Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.



Jahrgang 1903.

Marburg.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei (Inhaber Karl Gleiser).
1904.



Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1903.

Marburg.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei (Inhaber Karl Gleiser).
1904.

Inhalts-Angabe.



Verzeichniss der Mitglieder*)

(am Schluss des Jahres 1903).

Ehrenmitglieder.

v. Kölliker, *Albert*, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, wirkl. Geheimrat, Würzburg . . . . 6. 7. 97.
Retzius, *Gustav*, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm . . 18. 1. 99.
Marchand, *Felix*, Dr. med., o. Prof. der path. Anat., Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . 9. 1. 01.
Hittorf, *Wilhelm*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rat, Münster . . . . 19. 11. 01.

Einheimische Mitglieder.

A) Ordentliche.

Ahlfeld, *Friedrich*, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat . . . . 11. 7. 83.
Aschoff, *Ludwig*, o. Prof. d. pathologischen Anatomie . . . 17. 6. 03.
Bach, *Ludwig*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie . . 28. 11. 00.
Bauer, *Max*, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rat 11. 3. 85.
v. Behring, *Emil*, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Wirkl. Geh. Rat 15. 5. 95.
Brauer, *August*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Zoologie, Prof. . . 17. 5. 99. (17. 6. 96.)
Disse, *Joseph*, Dr. med., a.o. Prof. d. Anatomie u. Prosector 13. 11. 95.
Feussner, *Wilhelm*, Dr. phil., a.o. Prof. der Physik . . . 14. 7. 81. (10. 6. 69.)
Fischer, *Theobald*, Dr. phil., o. Prof. d. Geographie, Geh. Reg.-Rat 28. 11. 83.
Gasser, *Emil*, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rat 27. 1. 88. (16. 7. 74.)
Hensel, *Kurt*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . . . 10. 12. 02.
Kayser, *Emanuel*, Dr. phil., o. Prof. der Geologie . . . . 13. 1. 86.
Kohl, *Friedrich Georg*, Dr. phil., a.o. Prof. der Botanik . . 13. 11. 95. (6. 8. 84.)
Korschelt, *Eugen*, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie . . . . 26. 7. 93.
Küster, *Ernst*, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Geh. Med.-Rat 4. 11. 91.
Mannkopff, *Emil*, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rat 8. 5. 67.
Meyer, *Hans*, Dr. med., o. Prof. d. Pharmakologie, Geh. Med.-Rat 11. 3. 85.
Meyer, *Arthur*, Dr. phil., o. Prof. der Botanik . . . . . 4. 11. 91.

---

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

Ostmann, *Paul*, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie	13. 11. 95.
Rathke, *Bernhard*, Dr. phil., o. Hon.-Prof. der Chemie . .	14. 3. 84.
Richarz, *Franz*, Dr. phil., o. Professor der Physik	15. 5. 01.
Romberg, *Ernst*, Dr. med., o. Prof., Dir. der med. Polikl.	20. 6. 00.
Schenck, *Friedrich*, Dr. med., o. Professor der Physiologie .	15. 5. 01.
Schmidt, *Ernst*, Dr. phil., o. Prof. der pharmaceut. Chemie, Geh. Reg.-Rat	11. 3. 85.
Tuczek, *Franz*, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Med.-Rat	15. 5. 95. (14. 3. 90.)
Zincke, *Theodor*, Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Geh. Reg.-Rat .	13. 1. 76.

B) Ausserordentliche.

Bonhoff, *Heinrich*, Dr. med., o. Prof. der Hygiene	8. 11. 99.
v. Dalwigk, *Friedrich*, Dr. phil., Privatdoc. der Mathematik	9. 5. 00.
v. Drach, *Alhard*, Dr. phil., a.o. Prof. der Mathematik . .	11. 7. 66.
Drevermann, Fritz, Dr. phil., Assist. am geol. paläontolog. Inst.	11. 2. 03.
Enderlen, *Eugen*, Dr. med., a.o. Prof. der Chirurgie . . .	10. 2. 97.
Haselhoff, Emil, Dr. phil., Director d. landw. Versuchsstation	11. 2. 03.
Hess, *Otto,* Dr. med., Privatdoc. d. inn. Med., Oberarzt d. med. Klinik	25. 6. 02.
Kiessling, *Johannes,* Dr. phil., Oberlehrer a. D., Professor .	17. 6. 03.
Kühne, *Fritz,* Dr. med., Privat-Docent der Gynäkologie . .	8. 2. 99.
Kutscher, *Friedrich*, Dr. med., Privatdocent der Physiologie	16. 2. 98.
Loewi, *Otto*, Dr, med., Privatdocent der Pharmakologie . .	15. 5. 01.
Meisenheimer, *Johannes*, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie	16. 2. 98.
Ochsenius, *Carl*, Dr. phil., Consul a. D.	28. 6. 77.
Reissert, *Arnold*, Dr. phil., Privatdocent d. Chemie, Professor	11. 2. 03.
Schaum, *Carl,* Dr. phil., Priv.-Doc. der Chemie, Professor .	11. 8. 97.
Schenck, *Rudolf*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Chemie, Abteilvorst. am chemischen Institut	11. 8. 97.
v. Schmidt, Carl, Dr. phil., Prof. em. der Chemie	21. 3. 79.
Schmidt, *Carl*, Dr. phil., Reg.-Rath a. D.	19. 6. 01.
Schulze, *Franz Arthur*, Dr. phil., Privatdocent der Physik .	31. 7. 01.
Schwantke, *Arthur*, Dr. phil., Assistent am mineral. Institut	21. 6. 99.
Seddig, Max, Dr. phil., Assistent am physicalischen Institut	17. 6. 03.
Seemann, John, Dr. med., Privatdocent der Physiologie . .	25. 6. 02.
Siebert, Karl, Dr. phil., Chemiker	14. 5. 02.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Assistent am zoolog. Institut . .	16. 2. 98.
Weidenmüller, *Carl*, Dr. phil., Gymn.-Oberlehrer a. D., Prof.	14. 4. 82.
Wendel, *Walther*, Dr. med., Privatdocent d. Chirurgie . .	12. 2. 02.
Ziegenbein, *Hans*, Dr. phil., Chemiker	14. 5. 02.
Zumstein, *Jacob,* Dr. med., Priv.-Doc. der Anatomie, Prof., 2. Prosector	16. 2. 98.

Auswärtige Mitglieder.

Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalm., Freiburg i. Br. (15. 1. 96.)
Barth, Adolf, Dr. med., o. Prof. der Otologie, Leipzig . . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . . (13. 11. 95.)
Böhm, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Geh. Med.-Rat, Leipzig . . . . 20. 5. 81.
Borrmann, Rob., Dr. med., Priv.-Doc. d. path. Anatomie, Göttingen (14. 5. 02.)
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Strassburg (8. 2. 78.)
Braun, Heinrich, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rat, Göttingen . . . . 14. 3. 90.
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Giessen (27. 1. 88.)
Buchholz, Albert, Dr., med, Prof., Oberarzt, Hamburg . . 8. 12. 97.
v. Büngner, Otto, Dr. med., Prof., Dir. d. Landkrankenh., Hanau (1. 5. 92.)
Busz, Carl, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Münster . . (19. 6. 95.)
Debus, Dr. phil., Prof., Cassel . . . . (16. 11. 59.)
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Geh.-Reg.-Rat, Hannover (15. 1. 96.)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rat, Dresden . . . . 10. 2. 64.
Falk, Ferdinand, August, Dr. med., a.o. Prof. der Pharmakologie, Kiel . . . . 28. 4. 75.
Fraenkel, Karl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . . 4. 11. 91.
Fritsch, Paul, Dr. phil., Prof., Berlin . . . . (24. 4. 96.)
Fürstenau, Eduard, Dr. phil., Geh. Reg.-Rat, Berlin . . . (25. 4. 60.)
Gadamer, Johannes, Dr. phil., o. Prof. d. pharmaceut. Chemie, Breslau . . . . (9. 3. 98.)
Goebel, Karl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Heine, Leopold, Priv.-Doc. der Ophthalmologie, Breslau . . (18. 1. 99.)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . (2. 7. 68.)
Hess, Karl, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmol., Würzburg 11. 11. 96.
v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Berg-Rat, Göttingen . . . . 28. 4. 75.
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. der Physiol., Heidelberg 15. 5. 95.
Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Tübingen 8. 11. 99.
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Klausthal . (26. 7. 93.)
Lotz, Heinrich, Dr. phil., Geologe, Berlin . . . . (13. 12. 99.)
Mannel, Gottfried, Dr. med., Geh. Hofrat, Arolsen . . . . (31. 8. 64.)
Müller, Friedrich, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin, München 26. 7. 93.
Nebelthau, Eberhard, Dr. med., a.o. Prof. d. inn. Med., Halle a. S. 26. 4. 98.
(15. 5. 95.)
Noll, Alfred, Dr. med., Privatdocent, Jena . . . . (16. 2. 98.)
Pfannkuch, Wilh., Dr. med., pract. Arzt, Cassel . . . . . (17. 1. 72.)
Pfeffer, Wilhelm, Dr. phil., o. Prof. d. Botanik, Geh. Hofrat, Leipzig (27. 4. 71.)

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämmtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Philippi, Dr. phil., Santiago (Chile.) . . . . 4. 11. 41.
Plate, Ludwig, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie, Prof., Berlin (27. 1. 88.)
Plenge, *Enriquez*, Dr. med., Heidelberg . . . . (7. 3. 99.)
Ransom, *Frederick*, Dr. med. . . . . (7. 3. 99.)
**Rehn*, *Joh. Heinrich*, Dr. med. San.-Rat, Frankfurt. a. M. 26. 11. 80.
Rein, *Johannes*, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Geh. Reg.-Rat, Bonn . . . . 1. 12. 76.
Ribbert, *Hugo*, Dr. med., o. Prof d. pathol. Anatomie, Göttingen 20. 6. 00.
Rost, *Eugen*, Dr. med., Hülfsarbeiter am Reichs-Gesundheitsamt, Berlin . . . . (16. 2. 98.)
Rubner, *Max*, Dr. med.. o. Prof. der Hygiene, Geh. Med.-Rat, Berlin . . . . 13. 1. 86.
Rumpf, Theodor, Dr. med., Prof., Bonn . . . . 14. 3. 90.
Ruppel, *Wilhelm*, Dr phil., Prof., Höchst . . . . (18 7. 00.)
Schell, *Wilhelm*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Rat, Karlsruhe . . . . 29. 4. 57.
(13. 2. 56.)
Schmidt-Rimpler, *Hermann*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Halle . . . . 15. 11. 71.
Schneider, *Justus*, Dr. med., San.-Rat, Dir. des Landkrankenh. Fulda . . . . (12. 12. 66.)
Schottelius, *Max*, Dr.med., o. Prof. d. Hyg., Hofrat, Freiburg i. B. (11. 7. 79.)
Siemens, *Friedrich*, Dr. med., Geh. Med.-Rat, Dir. d. Landes-irrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79.
**Speck*, *Carl*, Dr. med., San.-Rat, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Giessen . . 27. 1. 88.
(14. 12. 80.)
Study, *Eduard*, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Greifswald (14. 3. 90.)
Uhthoff, *Wilhelm*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rat, Breslau . . . . 4. 12. 91.
Weber, *Heinrich*, Dr. phil., o. Professor der Mathematik, Strassburg . . . . 11. 3. 85.
Wernicke, *Erich*, Dr. med., Prof., Director des hygien. Instituts in Posen . . . . 16. 2. 98.
(10. 2. 97.)
Wüllner, *Adolf*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rat, Aachen . . . . (8. 12. 58.)

Der Vorstand.

M. Bauer, Vorsitzender. *E. Hess*, Ständiger Schriftführer. († 24. XII. 1903).

Engerer Ausschuss.

H. Meyer, Stellvertretender Vorsitzender, *E. Kayser*, *F. Schenk*.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1 Januar 1903

In der ordentlichen Sitzung vom 14. Januar 1903 sprach Herr Ostmann:

Ueber die Analyse der Hörstörung bei der acuten, perforativen Mittelohrentzündung.

So lange es eine wissenschaftliche Ohrenheilkunde giebt, hat die Analyse der Hörstörungen ein besonderes Interesse für sich in Anspruch genommen. Der Mangel eines einheitlichen Hörprüfungsmittels, einer alle wichtigen Punkte in Betracht ziehenden Hörprüfungsmethode und eines objectiven, einheitlichen Hörmasses liessen jedoch zunächst nur einen langsamen Fortschritt zu. Seit Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts besitzen wir in der continuirlichen Tonreihe von Bezold-Edelmann ein allen Anforderungen genügendes Hörprüfungsmittel und seit Mitte der 90er Jahre hat man sich auch im Wesentlichen auf eine Hörprüfungsmethode geeinigt, welche geeignet ist, die wesentlichen Veränderungen, welche die normale Hörfunction durch eine Erkrankung des Gehörorgans erlitten hat, festzustellen.

Zu diesem Zweck ist bei der Höranalyse zu untersuchen:

1) das Verhalten der Hörstrecke; d. h. der Umfang des Tongehörs;
2) Innerhalb der gefundenen Hörstrecke die Hörleistung für die einzelnen Töne, wobei eine Beschränkung auf die Töne *C* u. *G* der einzelnen Octaven stattfindet; (Zeichnung der Hörreliefs).
3) das Verhalten der Knochenleitung;
4) das Verhältnis zwischen der Knochen- und Luftleitung.

An der Hand dieser Hörprüfungsmethode, welche der Vortragende des Näheren erläutert, wurden 10 Fälle acuter, perforativer Mittelohrentzündung während des ganzen Ablaufes der Erkrankung analysirt.

Die Kranken mussten für diese Untersuchungen besonders ausgesucht werden. Es wurden ruhig beobachtende, musikalische, constitutionell gesunde Personen mittleren Alters gewählt, welche hinreichend intelligent waren, um die erforderlichen Anweisungen zu verstehen, und die so viel eigenes Interesse an der Untersuchung gewannen, dass sie Zeit und Anspannung trotz des körperlichen Leidens nicht verdross. Die im Allgemeinen erforderlichen Cautelen bei derartigen Untersuchungen mussten in besonders sorgsamer Weise beachtet, störende Einflüsse möglichst beseitigt und die Art der Behandlung so eingerichtet werden, dass durch ihre Massnahmen keine störenden Einwirkungen hervorgerufen wurden.

Als Resultat der Untersuchungen ergab sich zunächst hinsichtlich des Verhaltens der oberen und unteren Tongrenze, dass dasselbe ein sehr verschiedenartiges sein kann.

Die Folge der von Fall zu Fall, wie fast von Tag zu Tag wechselnden Verschiebungen der unteren und oberen Tongrenze ist eine sehr verschiedenartige Gestaltung der Hörstrecke während einer kürzeren oder längeren Phase der Erkrankung.

Der Nachweis der Einengung der Hörstrecke insbesondere an der oberen Tongrenze hat in diagnostischer, prognostischer wie therapeutischer Hinsicht eine wesentliche Bedeutung.

Wir erkennen an ihr, dass das Labyrinth auch bei Erwachsenen zumeist, wenn auch für gewöhnlich nur ganz vorübergehend, secundär in die Entzündung des Mittelohrs hineingezogen wird, und diese Wahrnehmung wird, je deutlicher sie zu Tage tritt, die Prognose, namentlich soweit der Ablauf der subjectiven Ohrgeräusche in Frage kommt, beeinflussen wie auch dazu auffordern, durch ein richtiges hygienisches Verhalten ein möglichst schnelles Ablaufen des Labyrinthsymptoms herbeizuführen.

Je länger die Einengung an der oberen Tongrenze dauert und je bedeutender sie ist, um so weniger werden wir im Allgemeinen auf ein schnelles Schwinden der Hörstörung insbesondere für hohe Töne und Geräusche und auch der subjektiven Ohrgeräusche zu rechnen haben.

Die Untersuchung der Hörleistung für die einzelnen Töne innerhalb der gefundenen Hörstrecke (Hörreliefs) zeigte eine ausserordentlich verschiedene Herabsetzung derselben während des Ablaufes der Erkrankungen.

Im allgemeinen aber bewahrten die Hörreliefs, von denen der Vortragende eins demonstrirte, den Typus der Hörstörung, wie er bei den Erkrankungen des schallleitenden Apparates gefunden wird, d. h. es fand sich eine relativ stärkere Herabsetzung der Hörfähigkeit für die tiefen als für die hohen Töne. Die schweren Fälle zeigten indes auch in der 3 u. 4 gestrichenen Octave sehr starke Herabsetzung, und der Defect dieser Octaven glich sich im allgemeinen langsamer aus als derjenige der tieferen Tonlagen. Bei denjenigen Fällen, bei denen die subjectiven Ohrgeräusche längere Zeit die Erkrankung überdauerten, konnte auch noch nach abgelaufener Erkrankung eine Herabsetzung der höheren und höchsten Töne nachgewiesen werden.

Es dürfte naheliegen, die Fortdauer der subjectiven Ohrgeräusche mit dem bleibenden Ausfall in den oberen Octaven in Zusammenhang zu bringen, und ihre gemeinsame Ursache in zurückgebliebenen Veränderungen eines engumgrenzten Bezirkes der Schnecke zu suchen.

Das Verhalten der Knochenleitung wurde an der Hand des Weber'schen Versuches geprüft, wobei sich zeigte, dass während der Höhe der Erkrankung der vom Scheitel zugeleitete Stimmgabelton (*c*) ausschliesslich nach dem erkrankten Ohr übertragen wurde (Lateralisation nach der erkrankten Seite), und weiter konnte die bereits von anderer Seite (Bezold) gemachte Beobachtung bestätigt werden, dass noch Monate nach Ablauf der Erkrankung in einzelnen Fällen dieses eigenartige Verhalten der Knochenleitung bestehen bleibt.

Das Verhältnis der Knochen- zur Luftleitung wurde an der Hand des Rinne'schen Versuches geprüft.

Dieser Versuch birgt in sich, wie der Vortragende durch andere Versuchsreihen an Normalhörenden nachgewiesen hat, gewisse Fehlerquellen; er unterliegt unter gewissen Voraussetzungen der Beeinflussung durch das andere Ohr und erscheint ungeeignet, die zeitliche Lage der Schwellenwerthe für Luft- u. Knochenleitung zu einander einwandsfrei zu bestimmen.

Deshalb bestimmte der Vortragende die Lage der Schwellenwerthe zu einander in der Weise, dass die Dauer der Knochenleitung wie der Luftleitung jede für sich bei stets maximalem Anschlag der Gabel (*c*) bestimmt wurde, was unter Benutzung des Rinne'schen Versuches dadurch erreicht wurde, dass in jedem Fall der Versuch als solcher und dann seine Umkehrung ausgeführt wurde und die herbei gefundenen Zeitwerthe in Secunden notirt wurden.

Durch diese Versuchsanordnung wurde das Verhältnis der Luft- und Knochenleitung während des Ablaufes der Erkrankungen klargelegt, wodurch nachstehende Ergebnisse erzielt wurden:

1) Die Perceptionsdauer durch Knochenleitung für die Gabel *c* wurde fast ausnahmlos während des ganzen Ablaufes der Erkrankungen grösser als die normale gefunden und auch nach dem Ablauf der Erkrankungen blieb sie bei 7 Fällen noch etwas erhöht.

2) Die Perceptionsdauer für Knochenleitung schwankte während des Ablaufs der Erkrankungen nicht selten von Tag zu Tag und zwar z. Th. nicht unerheblich bis 5, 6 und 7 Secunden.

3) Die Perceptionsdauer durch Knochenleitung erreichte fast ausnahmlos ihre grösste Höhe während des letzten Stadiums der Erkrankungen und nicht auf der Höhe derselben, wo die Luftleitung ihre stärkste Einbusse erfahren hatte.

Diese letzte Beobachtung zeigte, dass auf der Höhe der Erkrankung trotz der anscheinend z. Z. stärksten Veränderungen im Schallleitungsapparat nicht die günstigsten Bedingungen für die Verstärkung der Knochenleitung bestehen, was sich einerseits aus der Art dieser Veränderungen, andererseits aus der Mitbetheiligung des Labyrinths an der Erkrankung erklären dürfte.

Aufgelegte Schriften:

Abhandlungen der Senckenberg'schen naturforschenden Gesellschaft. 27. Bd. 1. Heft. 4⁰ Frankfurt a. M. 1902.

The American Naturalist. 36. Bd. Nr. 432. December 1902. Boston 1902.

Anales del Museo nacional de Buenos Aires. VII. Bd. (Ser. 2, t. IV.) Buenos Aires 1902.

Annual Report of the Keeper of the Museum of comparative Zoology at Harvard College 1901/2. Cambridge 1902.

Annual Report 19. 20 of the board of trustees of the public Museum of the City of Milwaukee. Milwaukee Oct. 1902.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno 1902. Ser. Va. XI. vol. 11. fasc. 2. Sem. Roma 1902.

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1902. Frankfurt a. M. 1902.

Bulletin of the New-York public library Astor Lenox. VI. Bd. Nr. 12. New-York 1902.

Bulletin 26 of the Bureau of American Ethnology (Boas, Kathlamet Texts). Lex.-8⁰. geb. Washington 1901.

The University of Nebraska: Bulletin Nr. 69, 70, 72, 73, 74 of the Agricultural Experiment Station of Nebraska. XIII. Bd. Art. 4/5. XIV. Bd. Art. 2/4.
Dass. Press Bulletin Nr. 16. April 1902.
Dass. 15. Annual-Report
} Lincoln: Nebraska.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. 39. Bd. Nr. 5. Cambridge Mass. Dec. 1902.

Gesellschaft für Völker- und Erdkunde zu Stettin. Bericht für 1901/2. Greifswald 1903.

Jahrbücher des Nassauischen Vereins f. Naturkunde. 55. Jahrgang. Wiesbaden 1902.

Ausgegeben am 31. Januar 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2 **Februar** **1903**

In der ordentlichen Sitzung vom 11. Februar 1903 sprach Herr Ostmann:

Ueber die Amplituden der Edelmannschen *C*- und *G*-Gabeln als objectives einheitliches Hörmass.

Als Hörmass diente bisher die Zeit, welche eine ad max. angeschlagene Stimmgabel bis zu ihrem Verklingen vor dem schwerhörigen Ohr gegenüber dem nomalhörenden gebraucht. Wurde z. B. der Stimmgabelton von dem normalhörenden Ohr 150 Sek., von dem schwerhörigen Ohr dagegen nur 75 Sek. gehört, so schloss man auf $^1/_2$ Hörschärfe des letzteren. Dieser Schluss ist jedoch, wie man seit längerer Zeit erkannt hat im Hinblick auf die Abschwingungscurve der Stimmgabel falsch.
Dieser Erkenntniss sind in dem letzten Jahrzehnt die mannigfachsten Bestrebungen entsprungen, die Abschwingungscurven der zur Hörprüfung benutzten Gabeln $C, G, c, g, c^1 g^1, c^2, c^3, c^4$ soweit mit Sicherheit zu bestimmen, dass für jede Sekunde des Abschwingens die Amplitudengrösse bis zur Erreichung des normalen Schwellenwerthes gemessen bezw. berechnet werden konnte.

Alle diese Bestrebungen, welche sich an die Namen Edelmann, Bezold, Panse, Gradenigo anschliessen, haben jedoch bisher zu keinem greifbaren Resultat geführt und zwar deshalb nicht, weil die von den genannten Autoren angewandten Untersuchungsmethoden unzureichend waren.

Der Vortragende hat zu seinen Untersuchungen eine ursprünglich von v. Helmholtz benutzte Methode angewandt und die Amplituden der abschwingenden Stimmgabeln zum Theil bis zur Erreichung des normalen Schwellenwerthes unter dem Mikroskop gemessen.

Bis zur Erreichung dieses Zieles waren mehrfache Schwierigkeiten zu überwinden, auf die der Vortragende des Näheren eingeht.

Mit Hilfe dieser Methode gelang es, die Abschwingungscurve für die Gabeln C, G, c, g, bis zur Erreichung des normalen Schwellenwerthes durch Bestimmung zahlreicher Amplitudenwerthe festzulegen, sodass durch Interpolation die fehlender Werthe gefunden werden konnten.

Die Abschwingungscurven der Gabeln c^1—c^4 liessen sich dagegen nur zum Theil beoachten, weil die Amplitude des normalen Schwellenwerthes bei diesen Gabeln zu einer solchen Kleinheit herabsinkt, dass mit den z. Z. anwendbaren Vergrösserungen eine Messung nicht mehr möglich ist.

Die Grösse der Amplitude, bei der der Ton verklingt, kann jedoch auch für diese Gabeln nach einem von dem Vortragenden gefundenen Gesetz, nach dem die normalen Schwellenwerthe von Octave zu Octave abfallen, durch Rechnung gefunden werden, sodass eine Berechnung auch dieser höheren Gabeln bis zur Normal-Amplitude möglich ist. Aber auch ohne dieses Gesetz hätte die Berechnung der Curven über die beobachtete Grenze hinaus aus dem Grunde durchgeführt werden können, weil die entstandenen Abschwingungscurven die Eigenschaften der Exponentialcurven zu besitzen scheinen, und so die fehlenden Werthe sich durch Extrapolation hätten finden lassen.

Der Vortragende demonstrirt 3 der entstandenen Curven, welche bei 40—10,000 facher Vergrösserung in mm-Papier eingezeichnet sind.

Durch Feststellung der 9 Curven ist das objective, einheitliche Hörmass für die zur Hörprüfung erforderlichen Stimmgabeln gefunden. Bezeichnet man die Amplitudengrösse, welche den normalen Schwellenwerth repräsentirt, als 1 — Normal-Amplitude —, so lässt sich jede weitere Amplitude als ein Mehrfaches der Normal-Amplitude ausdrücken. Dadurch ist ein objectives, einheitliches Mass für die Vergleichung der Hörschärfe des kranken und des gesunden Ohres gegeben.

Die Hörprüfung hat sich an der Hand der Amplitudentabellen in der Weise zu vollziehen, dass zunächst der Schwellenwerth des kranken Ohres aufgesucht und dann die Zeit gemessen wird, welche bis zur Erreichung des normalen Schwellenwerthes vergeht. Die gefundene Zeit wird von dem Zeitpunkt, in dem für die betreffende Gabel der normale Schwellenwerth erreicht wird, abgezogen und aus der Tabelle der Bruchtheil der normalen Hörschärfe, ausgedrückt durch das Mehrfache der Normal-Amplitude, abgelesen.

Aufgelegte Schriften:

Yearbook of the United States Department of Agriculture. 1901. geb. Washington 1902.
Jahresbericht u. Abhandlungen des Naturwissenschaftl. Vereins in Magdeburg 1898/1900. Magdeburg 1900.
Journal of Applied Microscopy and Laboratory Methods. V. Bd. Nr. 11. Nov. 1902. Rochester N.-Y. 1902.
Leopoldina. 38. Heft. Nr. 11. Nov. 1902. Halle a. S. 1902.
Memoirs and Procedings of the Manchester Literary and Philosophical Society 1902/3. Manchester December 1902.
Deutsche Botanische Monatsschrift. XX. Jahrgang Nr. 11/12. Arnstadt.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. 37. Bd. Nr. 23. August 1902.
Proceedings of the American Philosophical Society held at Philadelphia. 41. Bd. Nr. 170. Philadelphia April 1902.

Recueil des Mémoires et des travaux publiés par la Société G.-D. de Botanique du grandduché de Luxembourg. Nr. XV. 1900/1. Luxembourg 1902.

Regenwaarnemingen in Niederlandsch-Indie. 23. Jahrg. 1901 Cart. Batavia 1902.

Rovartani Lapok. IX. 10. Budapest 1902.

Smithsonian Miscellaneous Collections. Nr. 1259, 1312, 1313 1314. Titel u. Inhalt zu Band 41. Washington 1902.

Transactions of the Academy of Sciences of St. Louis. XI. Bd Nr. 6/11. XII. Bd. Nr. 1/8. 1901/2.

Transactions of the American Philosophical Society held at Philadelphia. XX. Bd. Neue Serie. 3. Theil. 4⁰. Philadelphia 1902.

Entomologisk Tidskrift utgieven af Entomologiska Föreningen i Stockholm. Arg. 23. Heft 1—4 (1902) Stockholm 1902.

Proceedings of the Davenport Academy of Natural Sciences VII. Bd. (1897—1899). Davenport Jowa 1900.

The American Naturalist. 37. Bd. Nr. 433. Boston Jan. 1903.

An Account of the Crustacea of Norway by G. O. Sars. IV. Bd. 11./12. Theil. Bergen 1902.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution for the year ending. June 30. 1901. Geb. Washington 1902.

Atti della reale Accademia dei Lincei 1902. Ser. V. XI. Bd. 12. Lfg. und XII. Bd. 1. Lfg. Roma 1902/3.

Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereins in Brünn. Ergebnisse 1900. Mit 5 Karten. Brünn 1902.

Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. 40 Bd. Nr. 4/5. Cambridge Mass. Jan. 1903.

Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. V. Bd. 2. Th. 1901. Nr. 10. Upsala 1902.

Bulletin of the New-York public library Astor Lenox R. etc. VII. Bd. Nr. 1. Jan. 1903. New-York 1903.

Jahresberichte des naturwiss. Vereins in Elberfeld. 10. Heft. Elberfeld 1903.

Journal of applied Microscopy and Laboratory Methods. V. Bd. Nr. 12. December 1902. Rochester N.-Y.

Leopoldina. 38. Heft. Nr. 12 und Titel. December 1902.

Ausgegeben am 23. Februar 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ 3 **März** **1903**

In der ordentlichen Sitzung vom 11. März 1903 sprach Herr Ostmann:

Über Schwingungszahlen und Schwellenwerthe.

Die Auffindung eines objectiven, einheitlichen Hörmasses hatte es erforderlich gemacht, die Abschwingungscurven der Edelmann'schen unbelasteten *C*- und *G*-Gabeln von der grossen bis zur 4-gestrichenen Octave durch directe Messung der Amplituden zu bestimmen.

Bei den Gabeln *C*, *G*, *c*, *g* konnte die Messung vom Beginn der Schwingung bis zur Erreichung des normalen Schwellenwerthes durchgeführt werden, da es gelang, mit Obj. 7, Ocular 2, Leitz, auch noch für die Gabel *g* die Grösse der Amplitude, bei der der Ton für das normalhörende Ohr verklang, mit 0,0009 mm zu messen.

Bei den noch höheren Gabeln konnte jedoch, und zwar je höher der Grundton der Gabeln lag, ein um so grösseres Stück der Abschwingungscurven wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Amplituden nicht gemessen werden.

Es entstand die Frage, wie auch für diese Gabeln die Grösse der Amplitude, bei der der Ton für das normale Ohr erlosch — die Normal-Amplitude — bestimmt werden konnte; denn nur wenn dies gelang, konnten die Abschwingungscurven bis zum normalen Schwellenwerth vervollständigt werden.

Die Bestimmung dieser nicht mehr messbaren Normal-Amplituden gelang aus:

1) den gemessenen Normal-Amplituden;
2) den Schwingungszahlen der Gabeln;
3) dem gemessenen Abschnitt der Curven.

I. Die Bestimmung aus den gemessenen Normal-Amplituden der Gabeln C_2, G_2, C_1, G_1, C, G, c, g.

Für die vier C- und G-Gabeln hatte die Messung nachstehende Normal-Amplituden ergeben.

C_2	(belastete Gabel 1)	14.50 mm
C_1	(„ „ 2, unbelastet C) . . .	1.080 mm
C	(unbelastete Gabel 2)	0.067 „
c	(„ „ 4)	0.0045 „
G_2	(unbelastete Gabel C)	2.8 mm
G_1	(„ „ G)	0.169 mm
G	(„ „ 3)	0.012 „
g	(„ „ 5)	0.0009 „

Die Division des Schwellenwerthes jeder nächsthöheren Gabel in den der um eine Octave tieferen ergab als Quotienten für die

C-Gabeln:		G-Gabeln:	
13.4		16.6	
16.1	Mittel 14.8	14.1	Mittel 14.7
14.9		13.3	

Innerhalb der 4 tiefsten Octaven der C- wie G-Reihe war somit die Grösse der Normal-Amplituden von Octave zu Octave rund auf je $^1/_{15}$ des Werthes der Normal-Amplitude der nächsttieferen Gabel gesunken.

Für diese Tonfolgen schien somit das Gesetz zu gelten, dass die Grösse der Normal-Amplituden von der Subcontra-Octave beginnend in der geometrischen Reihe 1, 15, 15^2, 15^3 etc. ab-

nimmt. Auf Grund dieses Gesetzes konnten die nicht messbaren Normal-Amplituden der *C*- wie *G*-Gabeln von der ein- bis viergestrichenen Octave aus der Normal-Amplitude für $c = 0{,}0045$ mm und $g = 0{,}0009$ mm berechnet werden.

Eine Bestätigung dieser anscheinenden Gesetzmässigkeit des Absinkens der N. A. erschien jedoch sehr erwünscht und konnte

II) aus den Schwingungszahlen

erbracht werden.

Wenn man die Schwingungszahlen von G_2, G_1, G u. s. f. durch die steigende geometrische Reihe: 9, 9×30, 9×30^2, 9×30^3 etc. dividirt, so erhält man Zahlen, welche nur soweit von den für die 4 tiefsten *G*-Gabeln gemessenen N. A. abweichen, dass diese Abweichungen zwanglos auf Messungsfehler zurückgeführt werden können, und weiter fallen die für die höheren *G*-Gabeln bei der Division sich ergebenden Zahlen fast genau mit denjenigen zusammen, welche für diese Gabeln aus dem normalen Schwellenwerth für $g = 0{,}0009$ mm als N. A. auf Grund der geometrischen Reihe 1. 15. 15^2. 15^3 etc. berechnet waren, und schliesslich folgten die aus den Schwingungszahlen berechneten Zahlen eben dieser Reihe.

Dieses auffallende Ergebniss war geeignet, die Richtigkeit des gesetzmässigen Abfallens der Normal-Amplituden in der mehrerwähnten geometrischen Reihe wesentlich zu stützen.

Es konnte demnach als erstes Gesetz aufgestellt werden: die normalen Schwellenwerthe der *G*-Gabeln werden gefunden, wenn man die Schwingungszahlen, von der Schwingungszahl für $G_2 = 24$ ausgehend, durch die steigende geometrische Reihe 9, 9×30, 9×30^2, 9×30^3 u. s. f. dividirt, oder indem man den Schwellenwerth für $G_2 = 2.66$ mm in fallender geometrischer Reihe 1. 15. 15^2, 15^3 u. s. f. entwickelt.

Was für die *G*-Gabeln Geltung hatte, konnte voraussichtlich auch für die übrigen Tonfolgen, die *C*, *D*, *E*, *F*, *A* und *H*-Gabeln, in sinngemässer Weise entwickelt werden und es gelang, für diese Gabeln die nachstehenden, weiteren Gesetze zu finden, nachdem

die Normal-Amplituden der 3 tiefsten Octaven auch für die *D*, *E*, *F*, *A* und *H*-Gabeln experimentell gemessen waren.

Die Schwellenwerthe der *C*-Gabeln werden gefunden, wenn man die Schwingungszahlen, von derjenigen für $C_2 = 16$ ausgehend, durch die steigende geometrische Reihe 1. 30. 30^2. 30^3 u. s. f. dividirt, oder indem man die Zahl 16 in fallender geometrischer Reihe 1. 15. 15^2. 15^3 u.s.f. fortentwickelt.

Die Schwellenwerthe der *D*-Gabeln werden gefunden, wenn man die Schwingunszahlen, von derjenigen für D_2 ausgehend, durch die steigende geometrische Reihe 3, 3×30, 3×30^2, 3×30^3 u. s. f. dividirt, oder den Schwellenwerth für $D_2 = 6$ mm in fallender geometrischer Reihe 1. 15. 15^2. 15^3 u.s.f. fortentwickelt.

Die Schwellenwerthe der *E*-Gabeln werden gefunden, wenn man die Schwingungszahlen, von derjenigen für $E_2 = 20$ ausgehend, durch die steigende geometrische Reihe 5, 5×30, 5×30^2, 5×30^3 etc. dividirt, oder indem man den Schwellenwerth für $E_2 = 4$ mm in fallender geometrischer Reihe 1. 15. 15^2. 15^3 etc. entwickelt.

Um schliesslich die Schwellenwerthe der *F*-, *A*- und *H*-Gabeln aufzufinden, werden die Schwingungszahlen in sinngemässer Weise durch die steigenden geometrischen Reihen 7, 7×30, 7×30^2 etc.; 11, 11×30, 11×30^2 etc.; 13, 13×30, 13×30^2 etc. dividirt, oder die Schwellenwerthe von $F_2 = 3$ mm, $A_2 = 2.40$ mm, $H_2 = 2.30$ mm in der fallenden geometrischen Reihe 1. 15. 15^2 etc. entwickelt.

Für die *C*- und *G*-Gabeln war es möglich,

III) aus den experimentell gemessenen Curvenabschnitten

selbst noch eine weitere Sicherung für die Richtigkeit der geometrischen Reihe 1. 15. 15^2 etc. zu gewinnen, da die Rechnung ergab, dass man es mit Exponentialcurven zu thun hatte. Die Grösse der Amplitude, bei welcher der Ton für das

normale Ohr verklingt, konnte somit als Ordinate der Abschwingungscurve bestimmt werden, sobald die normale mittlere Perceptionsdauer der schwingenden Gabel bekannt war.

Die nachstehende Zusammenstellung bringt vergleichsweise die Grösse der Normal-Amplituden der Gabeln c^1, g^1, c^2, c^3, c^4, wie sie sich durch Berechnung aus den Schwingungszahlen, den gemessenen Schwellenwerthen für c und g und schliesslich als Ordinaten der Abschwingungscurven ergeben haben.

Schwellenwerthe für	Aus den Schwingungszahlen berechnet mm	Aus d. gemessenen Schwellenwerth für Gab. c u. g nach der fallend. geom. Reihe 1, 15, 15^2 u. s. w. bestimmt mm	Als Ordinate der Exponentialcurve berechn.		
			Einzelwerthe mm	Mittel mm	Zu Grunde gelegt wurd. die gemess. Amplitud. d. . . . Sec. der Schwingung
			0·0008		130.″ u. 164.″
c^1	0·000316	0·0003	0·000124	0·000423	164.″ „ 200.″
			0·000344		164.″ „ 205.″
g^1	0·000053	0·00006	0·000064	0·000064	8.″ „ 65.″
			0·00007393		33.″ „ 38.″
c^2	0·0000211	0·00002	0·00001645	0·0000466	10.″ „ 16.″
			0·00004953		7.″ „ [illegible]3.″
c^3	0·00000141	0·0000015	0·0000009955	0·000001207	8.″ „ 15.″
			0·00000263		50.″ „ 57.″
c^4	0·000000094	0·0000001	0·0000003461[1]	0·0000003461	3.″ „ 9.″

Wenn man bedenkt, dass die Gabeln gegen das Ende ihrer Schwingung von Secunde zu Secunde eine so minimale Verkleinerung ihrer Amplitude erfahren, dass selbst bei Benutzung von Obj. 5 und 7 sich die Veränderung der Amplitude 5 selbst 10 Secunden der Beobachtung entzieht, diese unvermeidbaren Fehler aber bei der Berechnung der Ordinate für die Secunde, in der die Gabel verklang, sehr wesentlich mitsprechen, so wird die Differenz der berechneten Einzelwerthe nicht auffallend sein können. Hinsichtlich der Mittelwerthe können wir aber wohl mit Recht von einer befriedigenden Uebereinstimmung mit den aus den Schwingungszahlen und für die tieferen C- und G-Gabeln ge-

messenen Schwellenwerthen gefolgerten Werthen sprechen, so dass die Richtigkeit der Gesetze wenigstens für die *C*- und *G*-Gabeln noch eine weitere Stütze erhält.

Die Zusammenstellung der Schwellenwerthe von der Subcontra- bis zur 8-gestrichenen Octave lässt nun eine Reihe interessanter Beziehungen dieser Schwellenwerthe unter einander erkennen.

1) Das Intervall der Schwellenwerthe wird, von C_2 ausgehend, von Ton zu Ton kleiner, und zwar nimmt die Grösse, um welche es von Ton zu Ton sinkt, in der Subcontraoctave zunächst sehr schnell, mit jeder folgenden Octave immer langsamer ab.

2) Der Schwellenwerth jeder *G*-Gabel ist 10 Mal so gross als der Schwellenwerth jeder *E*-Gabel der nächsthöheren Octave.

3) Der Schwellenwerth jeder *C*-Gabel von der Subcontra- bis zur 7-gestrichenen Octave ist 100 Mal so gross als der Schwellenwerth jeder *A*-Gabel der nächsthöheren Octave.

4) Der Schwellenwerth jeder *D*-Gabel von der Subcontra- bis zur 4-gestrichenen Octave ist 100000 Mal so gross als der Schwellenwerth jeder *F*-Gabel von der 1- bis zur 8-gestrichenen Octave.

Aufgelegte Schriften:

Memoirs and Proceedings of the Manchester library and philosophical Society 1902/3. 47. Bd. 2. Th. Manchester Jan. 1903.

Mittheilungen der physikal. Gesellschaft Zürich. 1902. Nr. 3. Zürich 1902.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences. 38. Bd. Nr. 1—4 Juny—October 1902.

Proceedings of the Canadian Institute. New Series. Nr. 11. July 1902. II. Bd. 5. Th. Toronto.

Rendiconto dell' Accademia delle science fisiche e matematiche. III. Ser. VIII. Bd. Fasc. 8—12. Napoli 1902.

Report of the Superintendent of the U.-St. Naval Observatory for the fiscal year ending. June 30. 1902. Washington 1902.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. X. Bd. 4. Heft. Danzig 1902.

Flora zu Dresden. Sitzungsberichte u. Abhandlungen. VI. Jahrg. N. F. 1901/2. Dresden 1902.

Augustana. Library Publications. Nr. 3. Rock Island Ill. 1902.

Transactions of the Canadian Institute. Nr. 14. Octob. 1902. VII. Bd. 2. Th. Toronto.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. 40. Bd. 1901. Brünn 1902.

Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt. 1902. Nr. 11/13. Wien.

Atti della Reale Accademia delle scienze fisiche e matematiche. 2. Serie. XI. Bd. 4⁰. Napoli 1902.

Abhandlungen, herausgeg. vom Naturwiss. Verein zu Bremen. XVII. Bd. 2. Heft. Bremen 1903.

An account of the Crustacea of Norway by G. O. Sars. IV. Bd. 13. u. 14. Theil. Bergen 1903.

Annotationes Zoologicae japonenses. IV. Theil. Tokyo. Decbr. 1902.

Atti della reale Accademia dei Lincei 1903. Nr. 2/3. Roma 1903. (Jan. u. Febr.).

Bergens Museums Aarbog 1902. Bergen 1903.

31. Bericht der wissensch. Gesellsch. Philomathie in Neisse vom Octbr. 1900 bis Octbr. 1902. Neisse, o. J.

Bulletin of the New-York public library Astor Lenox etc. VII. Bd. Nr. 2. New-York. Febr. 1903.

Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau 1901. Zwickau 1902.

Journal of applied Microscopy and Laboratory methods. VI. Bd. Nr. 1. Rochester (N.-Y.). Jan. 1903.

Leopoldina. 39. Heft. Nr. 1. Halle a/S. Jan. 1903.

Rovartani Lapok X. 1. Theil. Budapest. 1903.

Sitzungsberichte der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie in München XVIII. 1902. Heft 1. München. 1903.

The University of North-Carolina. Bulletins. Nr. 13 und 16. XVIII. Bd. Nr. 1/2. o. O. u. J.

Verhandlungen der Berliner mediz. Gesellschaft aus 1920. 23. Bd. Berlin. 1903.

Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt. 1902. Nr. 14/16 und 1903. Nr. 1. Wien.

Zeitschrift f. Naturwissenschaften. Vereinsausg. 75. Bd. Heft 1/2. Stuttgart. Febr. 1903.

Abhandlungen der Senckenberg'schen Naturforschenden Gesellschaft. XX. Bd. 4. Heft. 4°. Frankfurt a/M. 1903.

The American Naturalist. 37. Bd. Nr. 435.
Boston März 1903.

Anales del Museo nacional de Buenos Aires. 3. Serie. VIII. Bd.
Buenos Aires 1902.

Archives du Musée Teyler. II. Serie. VIII Bd. 2. Theil.
Haarlem 1902.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Processi verbali XIII. Bd. 4. Mai, 6. Juli, 21. Decbr. 1902, 18. Januar und 8. März 1903.

Atti della reale Accademia dei Lincei. 1903. Nr. 4 bis 8.
Roma 1903.

Bericht der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1900/01. St. Gallen 1902.

Boletin del Instituto geológico de Mexico. Nr. 16. 4°.
Mexico 1902.

Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú. Nr. 1/2.
Lima 1902.

Bulletin of the Illinois State laboratory of natural history Urbana, Illinois. V. Bd. und Biennial Report. 1899/00. 1902.

Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. XXXVIII. Bd. Nr. 8. 39. Bd. Nr. 3. 40. Bd. Nr. 6. Cambridge Mass. Juni 1902, März u. April 1903.

Bulletin of the New-York public library. VII Bd. Nr. 3/4.
New-York 1903.

Bulletin de la Société impériale des Naturalishes de Moscou. Jahrg. 1902. Nr. 3. Moscou 1903.

Bulletin of the Wisconsin natural history society. II. Bd. Nr. 4.
Wilwaukee Wisc. Octbr. 1902.

Die Heilkunde. Januar und Decbr. 1901. Berlin.

Journal of applied Microscop and Laboratory methods. VII. Bd. Nr. 2/3. Rochester N. G. Febr./März 1903.

Memoires de la société des naturalistes de Kiew. XVII. Bd. 2. Lfg. (russisch). Kiew 1902.

Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical society. 1902/3. Manchester, April 1903.

Mittheilungen aus dem naturwiss. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. 34. Jahrg. 1902. Berlin 1903.

Ausgegeben am 30. März 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4 Mai 1903

In der ordentlichen Sitzung vom 13. Mai 1903 sprach Herr M. Seddig:

Über Darstellung des Verlaufes electrischer Kraftlinien und ihrer Richtungsänderungen durch Dielectrica von anderer Constante.[1]

Nach einigen einleitenden Bemerkungen über die Grundvorstellungen der electrischen Vorgänge in einem electrischen Isolator (Dielectricum) nach der Faraday-Maxwell'schen Theorie demonstrierte er einige Versuche zur Erläuterung des Begriffes der Dielectricitätsconstante, und zwar zunächst durch die Veränderung der Capacität eines Kohlrausch'schen Kondensators,[2] bei welchem das eine Mal Luft und das andere Mal Hartgummi als Isolationsmittel benutzt wurde; zweitens durch das Axialstellen eines Hartgummistäbchens, welches in das homogene Feld zwischen zwei verticalen $\pm$ el. geladenen Condensatorplatten frei beweglich hineingehängt war (dieses Axialstellen analog jenem eines Eisenstäbchens zwischen zwei ungleichnamigen Magnet-Polen).

---

1) Marburger Dissertation 1902; Auszug wieder abgedruckt in den Ann. d. Phys. Bd. 11 pag. 815—841; 1903.

2) Vgl. F. Richarz, Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität, 2. Aufl., Leipzig 1902 pag. 98 Fig. 69.

Darauf gab er einen kurzen Bericht über die in der Marburger Dissertation ausführlich beschriebenen Methoden zur objektiven electrischen Kraftliniendarstellung und projicierte einige specielle Kraft-Linien-Felder, welche in einer Suspension von reinstem Terpentinöl- und Glycin-Pulver erhalten wurden. Demonstriert wurden:

1) Feld zwischen zwei $\pm$ geladenen Kondensatorplatten („homogenes Feld" und „Randwirkungen").
2) Richtungsänderungen des Kraftlinienverlaufes in diesem Felde durch einen eingesetzten Metallcylinder (influencierte Pole auf diesem Metallcylinder, „Schirmwirkung" gegen das Innere des Cylinders hin).
3) Einbiegen der el. Kraftlinien in ein eingesetztes Dielectricum von höherer Konstante (Analogie zum Einbiegen der magnetischen Kr.-L. in ein weiches Eisenstück).

Zum Schlusse zeigte er eine Reihe Photographien von verschiedenen electrostatischen Feldern, die nach den l. c. beschriebenen Methoden erhalten wurden und legte ferner Platten von Original-Kraftlinienfeldern vor, die durch Suspension von feinstem Holzkohlepulver in geschmolzenem Paraffin erhalten und durch das nachherige Erstarren des Paraffins in diesem fixirt waren.

In derselben Sitzung sprach Herr Richarz:

Über Temperaturänderungen in künstlich auf- und abbewegter Luft und über die Messungen solcher Temperaturdifferenzen in auf- und abwärts circulierenden Luftströmen,[1]

welche Messungen Hr. S. Löwenherz nach den Anordnungen des Vortragenden in Greifswald ausgeführt hat.[2] Zum Schlusse seines Vortrages zeigte er folgenden

---

1) Marburger Roktoratsprogramm vom 19. Oktober 1902; Annalen der Physik 10, p. 863, 1903.

2) Inauguraldissertation, ebenda, 1901.

Apparat zur Demonstration von adiabatischen Temperaturänderungen in auf- und in abwärts-bewegten Luftmassen von M. Seddig.

Während Herr S. Löwenherz die dem „convectiven" Gleichgewicht [1]) entsprechenden Temperaturänderungen in einem Luftstrome erzeugte, welcher in einem in sich zurücklaufenden Röhrenviereck cirkulierte, bewirkt M. Seddig diese adiabatischen Temperaturänderungen in einfacherer, zu Messungen weniger, zur Demonstration aber gut brauchbarer Weise durch direktes Heben und Senken begrenzter Luftmassen.

Zu diesem Zwecke sind zwei, je etwa 2 Liter fassende, grosse Glasflaschen (Pulvergläser) an den Enden eines 2 m langen und 15 cm breiten Brettes, welches um eine durch seine Mitte gehende horizontale Axe drehbar ist, befestigt. Die Öffnungen der Flaschen sind mittels aufgekitteter Deckel verschlossen, da sonst bei Bewegungen der offenen Flaschen Aspirations- und Compressionswirkungen am Flaschenrande auftreten würden (analog wie beim Darüberblasen über die Öffnung einer Flasche), was ebenfalls Anlass zu Temperaturänderungen geben würde; den Druckausgleich mit der umgebenden Luft vermitteln Glasröhren, welche die Deckel durchsetzen und bis an die Drehaxe heranreichen. Die Temperaturmessung geschieht mittels Bolometer, dessen 4 Zweige paarweis in den beiden Flaschen untergebracht sind, wie principiell für Temperaturmessungen überhaupt zuerst von Robert v. Helmholtz angegeben, und mit Galvanometer [von geringem Widerstande], welches zweckmässsig mit objektiver Spiegelableitung benutzt wird.

Die einzelnen Bolometerzweige haben je ca. 11 Ω Widerstand (bis auf $^1/_{20}$ Ω untereinander gleich) und bestehen aus ca. 0.1 mm dicken Eisendrähten, welche über dünne, in den Flaschen befindliche Holzrähmchen gespannt sind und zwar so,

---

1) Vergl. über dieses z. B. Helmholtz, Vorlesungen über Theorie der Wärme pag. 198 u. ff.

dass sie möglichst ausgedehnt die abgeschlossenen Luftmassen durchsetzen. — Die Zuleitungen zu den in den Flaschen untergebrachten Bolometerzweigen bestehen aus 4 unter sich gleichlangen dicken Kupferdrähten, welche an 6 Polklemmen enden, die rings um die Drehaxe des Brettes angeordnet sind. — Da es nun kaum je der Fall ist, dass beide Flaschen gleiche Temperatur haben, selbst wenn sie sich in gleichem Niveau befinden, so ist die Zwischenschaltung von „Compensationsbrücken" (wenigstens einer, der Symmetrie wegen aber am besten von zwei solchen) erforderlich; zu diesem Zwecke sind die betreffenden beiden Bolometerzweige jedesmal nicht direkt mit dem Galvanometer verbunden, sondern führen zu den beiden Enden eines „Compensationsdrahtes" aus Constantan von 30 cm Länge und 0,5 mm Dicke; auf diesem Drahte ist verschiebbar ein Kontakt, von dem aus die Zuleitung zum Galvanometer erfolgt; durch passende Verschiebung dieses Kontaktes wird auf Stromlosigkeit des Galvanometers eiugestellt. Zwecks Vermeidung von Störungen durch die strahlende Körperwärme des Beobachters werden vorteilhaft diese Regulierbrücken in 1—2 m Abstand vom Apparate aufgestellt.

Als Stromquelle genügen bei der Empfindlichkeit des Demonstrationsgalvanometers im Institut (von Edelmann, nach Desprez-d'Arsonval) 3—4 Leclanché-Elemente. Die Zuleitungen vom Apparate zu den Elementen und zu den Kompensationsbrücken bilden spiralig gewickelte, locker liegende Drähte, die den Drehungen des Brettes bequem zu folgen vermögen.

Zur Anstellung eines Versuches wird am besten von der horizontalen Stellung des Apparates ausgegangen, in der die abgeschlossenen Luftmassen sich auf gleichem Druck und möglichst nahe gleicher Temperatur befinden. Nach Einstellen an den Compensationsbrücken auf Stromlosigkeit des Galvanometers (zuerst grobe Einstellung bei durch Einschaltung von Widerstand unempfindlichem Galvanometer: danach genaueres Compensieren bei empfindlicherer Schaltung) ist der

Apparat langsam, in 1—2 Sekunden, um 90° zu drehen; das Galvanometer zeigt dann sofort einen Ausschlag an, der die unmittelbare Folge ist von der adiabatischen Erwärmung der gesenkten und der gleichzeitigen adiabatischen Abkühlung der gehobenen Luftmasse; zur Kontrolle der Richtigkeit des Ausschlagsinnes genügt es, am Schluss der ganzen Demonstration bei horizontaler Stellung des Apparates die beim vorherigen Versuch gesenkte Flasche ein Wenig zu erwärmen, z. B. mit der Hand, wobei dann der Ausschlag ebenfalls nach der gleichen Richtung erfolgen muss.

Für die Demonstration massgebend ist nur der erste, direkt nach dem Heben, resp. Senken erfolgende Ausschlag; denn bald kehrt dieser Ausschlag sein Vorzeichen um und geht über die Nulllage hinaus zur anderen Seite. Diese nachherige Umkehr wird bedingt durch die Temperaturschichtung in der Zimmerluft, bei der die wärmere sich oben, die kältere aber unten befindet (also umgekehrt wie der Sinn der adiabetischen Temperaturänderungen) und welche alsbald durch Leitung und Strahlung auf das Bolometer einwirkt.

Um zuerst eine von dieser Störung freie, didaktisch vorteilhaftere Demonstration zu haben, kann man in der Weise verfahren, dass ein Stromschlüssel zwischen Batterie und Apparat eingeschaltet und der Strom unterbrochen wird, sobald der Ausschlag seine Richtung, gemäss der oben besprochenen Einwirkung der Temperatur-Schichtung der umgebenden Luft, umkehren will. Hat nun der Zuschauer auf diese Weise die Richtigkeit und die Erklärung des anfänglichen Ausschlages erkannt, so kann dann, ohne verwirrend zu wirken, ihm der ganze Verlauf der Galvanometerausschläge demonstriert werden. Diese Demonstration lässt sich nun noch dadurch erweitern, dass diejenige Flasche, welche beim ersten Versuche durch eine Drehung um 90° gehoben wurde, bei einem zweiten Versuche gesenkt wird; der Galvanometerausschlag erfolgt dann nach der entgegengesetzten Richtung.

Dabei zeigt sich jedoch eine gewisse Asymetrie der Ausschläge, indem bei Drehung des Holzarmes in Richtung des Uhrzeigers nicht der entgegengesetzt gleich grosse Ausschlag erhalten wird wie bei einer Drehung im anderen Sinne. Eine Erklärung für diese Ungleichmässigkeiten war jedoch nicht zu finden, ist aber wohl mit Bestimmtheit in gewissen construktionellen Ungleichheiten des Apparates zu suchen. Diese Asymetrie der Ausschläge ist um so belangloser, als in dem ähnlichen Falle, den auch S. Löwenherz (l. c.) bei seinem Apparate beobachtete, zugleich fand, dass die Asymetrie den quantitativen Wert seines Resultates nicht beeinflusste. Denn das Mittel aus den beiderseitigen Ausschlägen ergab bis auf wenige Prozent genau den theoretisch berechneten Wert.

Neben diesen einfachen Demonstrationen der adiabatischen Temperaturänderungen in der Atmosphäre, die dem convectiven Gleichgewicht entsprechen, lassen sich mit diesem Apparate noch manche andere Erscheinungen zeigen, wie z. B. die Druckänderungen mit den zugehörigen adiabatischen Temperaturänderungen infolge des Vorüberströmens von Luft an den offenen Rohrenden.

In derselben Sitzung sprach Herr Karl Schaum:

Zur Photochemie des Bromsilbers.

Zur Erklärung wichtiger Erscheinungen an Bromsilberemulsion hat man eine Mitwirkung des Bindemittels angenommen, so vornehmlich zur Interpretation des Reifungsvorganges und der Solarisation. Bei ersterem soll die Gelatine eine geringfügige Reduktion des Bromsilbers herbeiführen und die Berechtigung einer solchen Annahme ist von mir in früheren Vorträgen diskutiert worden. Die Solarisation andererseits soll auf einem Undurchlässigwerden der Schicht an den übermässig stark belichteten Stellen infolge Gerbung durch das freiwerdende Brom beruhen.

Es schien mir wünschenswert, das Verhalten absolut bindemittelfreier Schichten zu studieren, und Herr Dr. Braun hat auf meine Veranlassung dahinzielende Versuche an Bromsilberplatten angestellt, welche nach Luther durch langsame Sedimentation von Bromsilber auf Mattglas erhalten wurden. Die mit solchen Schichten erhaltenen Resultate scheinen geeignet, unsere bisherigen Auffassungen von dem Wesen wichtiger photographischer Prozesse wesentlich zu modifizieren.

Zunächst zeigte sich in direktem Gegensatz zu den Angaben von Lüppo-Cramer, dass aus wässeriger Lösung gefälltes Bromsilber keineswegs sofort von unseren üblichen Entwicklern reduziert wird, sondern dass es sehr wohl möglich ist, gute Bilder auf den sedimentierten Schichten zu erzielen. Zu unserer grössten Überraschung fanden wir, dass solche Bromsilberschichten, ebenso wie Gelatineemulsion, durch Erwärmen empfindlicher werden, also „reifen"! Eine einwandfreie Erklärung hierfür vermögen wir nicht zu geben.

Ferner zeigen diese Platten ebenfalls die Erscheinung der Solarisation, und zwar ist das Verhalten des solarisierten Bildes gegen Oxydationsmittel demjenigen auf Trockenplatten völlig analog (Aufhebung der Solarisation etc.).

Die Solarisation hat daher ihre Ursache unzweifelhaft nicht n einer Gerbung der Gelatine, vielmehr werden sich zwei verschiedene photochemische Vorgänge übereinanderlagern, von denen der eine die entwicklungsfähige normale latente Bildsubstanz, der andere die Substanz des solarisierten Bildes erzeugt. Letztere lässt sich durch Thiosulfat sowie durch Oxydationsmittel in eine entwicklungsfähige Substanz (in einzelnen Fällen eventuell in diejenige des normalen Bildes) überführen.

Auch gegen Ammoniumpersulfat etc. zeigt die bindemittelfreie Schicht ein ähnliches Verhalten, wie die Trockenplatte. Also ist auch hier — entgegen der herrschenden Ansicht — eine Mitwirkung der Gelatine belanglos.

In der Geschäftssitzung vom 11. Februar 1903 wurden durch vorschriftsmässige Kugelung die Herren Privatdocent Dr. Emil Haselhoff, Direktor der landw. Versuchsstation, Privatdocent Professor Dr. Arnold Reissert und Dr. phil. Fritz Drevermann, Assistent am geol.-paläontol. Institut zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellsehaft gewählt.

In der jährlichen Geschäftssitzung vom 13. Mai 1903 wurde vom Vorsitzenden Herrn M. Bauer Bericht über die Tätigkeit und den Bestand der Gesellschaft im abgelaufenen Geschäftsjahre erstattet und die Jahresrechnung vorgelegt, welche genehmigt wurde.

Die Vorstandswahl ergab das Resultat:

Vorsitzender: Geh. Reg.-Rat Prof. M. Bauer;

Mitglieder des engeren Ausschusses:

Prof. H. Meyer, stellvertretender Vorsitzender.
„ E. Kayser.
„ Fr. Schenck.

Aufgelegte Schriften:

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia 54. Bd. 2. Th. May—Septbr. 1902. Philadelphia 1902.

The proceedings and transactions of the Nova Scotia Institute of science. Halifax Nova Scotia. X. Bd. 3 Th. Session 1900/1. Halifax 1902.

Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche a matematiche. 3. Serie. IX. Bd. 1/2 fasc. Jan./Febr. 1903. Napoli 1903.

Revista do Museu Paulista. V. Bd. Sâo Paulo 1902.

Rovartani Lapok havi folyoirat. X. Bd. 3/4 Lfg. Budapest 1903.

Stizungsberichte und Abhandlungen der Naturwiss. Gesellschaft Isis zu Dresden. Jahrg. 1902. (Juli—Decbr.). Dresden 1903.

Ausgegeben am 30. Mai 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 5 Juni 1903

In der ordentlichen Sitzung vom 17. Juni 1903 trug Herr F. Richarz vor über eine von Herrn E. Take ausgeführte

Untersuchung der Magnetisirbarkeit der Materialien,

welche O. Krigar-Menzel und der Vortragende **bei** ihrer **Bestimmung** der Gravitationsconstante und **der mittleren Dichtigkeit der Erde** [1]) benutzt haben. Veranlasst war diese Untersuchung durch den von C. Braun (S.-J.) ausgesprochenen Verdacht, es möchten durch Magnetisirung unter dem Einflusse des Erdmagnetismus bei jener von uns in Spandau ausgeführten Bestimmung Kräfte aufgetreten sein, durch welche die von uns gemessene Gravitationswirkung fehlerhaft geworden sein könnte.[2]) Die benutzten Materialien hat nun noch nachträglich zuerst Herr E. Haupt im Greifswalder, dann Herr E. Take im hiesigen Physikalischen Insitut auf ihre Magnetisirbarkeit hin untersucht.[3])

Auf die Messungen wurde zunächst nicht mehr Sorgfalt aufgewendet als nötig war zur Aufklärung der Grössenordnung

1) F. Richarz und O. Krigar-Menzel, Wied. Ann. d. Phys. 51, p. 570, 1894; 66. p. 177. 1898; ausführliche Publication im Anhang zu den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1898; bei Georg Reimer.

2) C. Braun S.-J., Astronomische Vierteljahrsschrift 34, p. 51, 1898.

3) Eingehende Mitteilung ist von Herrn Take als Inauguraldissertation eingereicht.

der magnetischen Kraft im Verhältnis zur Gravitation. Nachdem sich dann erstere als sehr klein gegenüber letzterer ergeben hatte, war es natürlich nicht erforderlich, die Genauigkeit der Bestimmungen zu erhöhen.

Die zu untersuchenden Materialien waren:

1. Kupferkugeln von je 1 kg Gewicht, welche die auf den Schalen einer Wage befindlichen angezogenen Massen bildeten;

2. Hohlkugeln aus dünnem Platinblech von gleichem äusserem Volumen wie die Kupferkugeln. Sie dienten zur Compensation des Auftriebes der verdrängten Luft, welche Compensation bezweckte, dass der Auftrieb nur noch einen sehr kleinen Bruchteil der Gravitationswirkungen ausmachte, und daher nur als eine hinreichend sicher berechenbare Correktion auftrat;

3. Das Blei, aus welchem die rund 100000 kg schwere gravitirende Masse bestand.

Die Magnetisirbarkeit aller dieser Materialien war natürlich nur sehr klein gegen ferromagnetische Substanzen, d. h. gegen solche von einer Magnetisirbarkeit etwa wie Eisen, Cobalt und Nickel oder wie die im folgenden Vortrag von Herrn Dr. Heusler zur Erwähnung kommenden Mangan-Legierungen. Die zur absoluten Bestimmung der magnetischen Susceptibilität der letzteren benutzten Einrichtungen wurden ursprünglich in der Absicht hergestellt, mit ihnen eine absolute magnetische Ausgangsbestimmung irgend eines Materials auszuführen, mit dessen Magnetisirbarkeit dann die der Spandauer Materialien verglichen werden konnte. Eine im Vergleich mit diesen nicht allzugrosse und andererseits zur absoluten Messung mit der magnetometrischen Methode noch nicht zu kleine Magnetisirbarkeit wurde erzielt durch Herstellung einer Mischung von feinstem Eisenpulver mit Gyps. Aus dieser Mischung wurden nach ihrem „Abbinden“ für das Magnetometer passende Stäbe gedreht, deren Susceptibilität sich gleich 0,00875 ergab.

Andererseits stellte nun Herr Take sich aus derselben Eisengyps-Mischung auch Kugeln von gleichem Volumen wie

die Spandauer Kupferkugeln her. Beiderlei Kugeln wurden an dem einen Arm einer Wage hängend in das Feld eines starken Edelmann'schen Elektromagneten hineingebracht; und zwar so, dass sie etwas oberhalb der horizontalen Verbindungslinie von dessen Polmitten schwebten. Paramagnetische Substanzen erfahren dann bei Erregung des Magneten einen Zug in das Feld hinein; diamagnetische einen Druck aus dem Feld heraus; indem diese die Wage angreifende Kräfte durch Zulagegewichte äquilibrirt werden, können sie gemessen werden. Bei so schwach magnetischen Substanzen, wie sie für uns vorlagen, deren Rückwirkung auf das Feld nur sehr gering ist, kann dann bei sonst gleichen Umständen, insbesondere für gleiche Lage im Feld, die Kraft, die auf verschiedene Kugeln von gleichem Volumen wirkt, deren Magnetisirbarkeiten proportional gesetzt werden.

Um die analoge relative Bestimmung für die Platinhohlkugeln auszuführen, hätten Hohlkugeln von gleicher Wandstärke (0,2 mm), wie sie, aus der Eisen-Gyps-Mischung hergestellt werden müssen, was technisch unausführbar war. Deshalb wurden solche aus Aluminiumblech hergestellt, deren Magnetisirbarkeit in analoger Weise, wie soeben besprochen, mit derjenigen der Platinhohlkugeln verglichen wurden. Ausserdem wurde dann eine massive Aluminiumkugel mit der gleichgrossen Eisengypskugel verglichen, wodurch dann auch die Susceptibilität für das Aluminium und weiter für die Platinhohlkugeln berechenbar war.

Endlich wurden aus dem Blei des rund 100 000 kg schweren parallelepipedischen Klotzes Cylinder von 4,8 cm Höhe und 4,45 cm Durchmesser gedreht und das Verhältnis ihrer Susceptibilität zu derjenigen des Aluminiums bestimmt durch Vergleich mit gleichgrossen Cylindern aus letzteren.

Nach experimenteller Ermittelung der Magnetisirbarkeiten können die magnetischen Momente berechnet werden, welche durch die erdmagnetische Kraft in den Stücken, wie wir sie bei den Versuchen benutzten, hervorgerufen wurden. Dabei nahm

Herr Take zur Vereinfachung der Berechnung den Bleiklotz als eine Kugel von gleicher Masse an. Endlich kann aus den magnetischen Momenten und der gegenseitigen Lage der Stücke während der Spandauer Beobachtungen die Grösse der magnetischen Kraft berechnet werden, mit welcher sie aufeinander wirkten. Sie ergab sich als verschwindend klein gegenüber der gemessenen Gravitationswirkung, sodass Krigar-Menzel und ich keine Correktion wegen der Magnetisirung der Materialien an unserem Resultat anzubringen brauchen.

In derselben Sitzung berichtete Herr Fr. Heusler-Dillenburg als Gast über die von ihm beobachtete Thatsache, dass das **unmagnetische Mangan**metall bezw. das ebenfalls unmagnetische Mangankupfer mit den Metallen

Zinn	Wismut
Arsen	Bor
Antimon	Aluminium

zu **ferromagnetischen Legierungen** vereinigt werden kann. Die quantitativen magnetischen Messungen derartiger Legierungen sind unter Leitung des Herrn F. Richarz in Greifswald bezw. Marburg von den Herren W. Starck und E. Haupt angestellt worden. Die ausführliche Mitteilung der Zusammensetzung der Legierungen, der Werte ihrer Magnetisirbarkeiten und der angewendeten Methoden wird unter dem Titel: „Ueber die ferromagnetischen Eigenschaften von Legierungen unmagnetischer Metalle“ demnächst in den Schriften der Gesellschaft (Marburg, bei N. G. Elwert) erscheinen.

In der anschliessend n Geschäftssitzung wurden durch vorschriftsmässige Kugelung Herr Professor Dr. Ludwig Aschoff, Direktor des pathologischen Instituts, zum ordentlichen Mitglied, die Herren Professor Dr. Johannes Kiessling, Oberlehrer a. D., und Dr. Max Seddig, Assistent am physikalischen Institut, zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft gewählt.

Ausgegeben am 29. Juni 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 6 Juli 1903

In der ordentlichen Sitzung vom 9. Juli 1903 sprach Herr Professor Disse:

Über die Blutgefässe der menschlichen Magenschleimhaut.

Beim Menschen sind die „runden Magengeschwüre" nicht selten; sie erscheinen als grössere oder kleinere, glatte, wie mit dem Locheisen gemachte Defekte der Schleimhaut, von meist kreisförmiger Begrenzung. Ihre Form legt den Gedanken nahe, dass diejenigen Blutgefässe, welche die Schleimhaut versorgen, vielleicht in erster Linie die Arterien, viele selbständige Gefässbezirke bilden, so dass durch Erkrankung einzelner Arterien die von ihnen abhängigen Schleimhautpartieen ganz aus der Circulation ausgeschaltet werden können, absterben und sich unter Einwirkung des Magensaftes lösen Da bis jetzt über das Verhalten der Arterien in der Magenschleimhaut nichts Genaueres bekannt geworden ist, habe ich diesen Punkt eingehender untersucht und mich auf den menschlichen Magen beschränkt, da gerade an diesem das ulcus rotundum auftritt.

Der Versuch, lediglich durch Corrosion den Arterienverlauf darzustellen, brachte zuerst in sofern Enttäuschungen, als die Deutung der Corrosionspräparate durchaus nicht leicht war; besonders ist die Unterscheidung der Schleimhautgefässe selbst von denen der Submucosa schwierig, oft unmöglich, wenn man

sich auf die Corrosion allein beschränkt. Es war notwendig, auch Injectionspräparate heranzuziehen, und die Resultate der Corrosion mit denen der Injection zu combinieren. Sollen aber Injectionspräparate genügenden Aufschluss über das Verhalten der Schleimhautarterien liefern, so müssen zwei Bedingungen erfüllt sein. Erstens darf man nicht das ganze Gefässgebiet der Schleimhaut füllen, sondern nur die Arterien allein; die Masse darf nicht in die Capillaren und von diesen aus in die Venen übertreten, weil dann das dichte Capillarnetz die feineren Arterienzweige völlig verdeckt. Zweitens darf die Untersuchung der Schleimhaut nicht an den üblichen dünnen Durchschnitten angestellt werden; vielmehr müssen Flächenansichten grösserer Schleimhautbezirke die Grundlage bilden. Man zieht an gut gehärteten Stücken der Magenwand die Schleimhaut von der Submucosa ab, entwässert und hellt auf, ohne Färbung vorhergehen zu lassen, und montirt das Schleimhautstück zwischen zwei Deckgläsern, um es von jeder Fläche betrachten zu können. In dem durchsichtig gewordenen Gewebe treten die Arterien mit ihren Verzweigungen dann klar heraus.

Man kann die Untersuchung dicker Flächenschnitte an die der gesammten Schleimhaut anschliessen; dazu wird die abgelöste Magenschleimhaut nach Entwässerung auf einen Celloidinblock aufgeklebt, und in 4—5 aufeinanderfolgende dicke Flächenschnitte zerlegt, die ebenfalls ohne Färbung aufgehellt und untersucht werden. Eine plastische Vorstellung von dem Verhalten der Arterien bekommt man durch Verwendung binocularer Microscope bei der Untersuchung dieser Präparate; die neuerdings von Zeiss hergestellten Instrumente dieser Art sind bei der Untersuchung der dicken injicirten Stücke unentbehrlich.

Derartige Injectionspräparate der Arterien in der Magenschleimhaut des Menschen ergaben zwei wichtige, bisher unbekannte Tatsachen.

1. Die feinen Arterienzweige, welche aus dem submucösen Plexus in die Schleimhaut eindringen, sind sämtlich End-

arterien; von jeder Arterie wird ein annähernd cylindrischer Schleimhautbezirk versorgt, der 1 bis 2,5 Millimeter im Durchmesser hat. Die Verästlungsbezirke der Schleimhautarterien sind von einander unabhängig; sie stehen nur durch Vermittlung des Capillargebiets mit einander in Verbindung.

2. Die Endarterien zeigen in ihrem Verlauf Schlängelungen, Spiralen, Achtertouren und vielfach vorkommende, eigenartige Knäuelbildungen, die an Nierenglomeruli erinnern; sie gleichen oft den „Rankenarterien“, die Johannes Müller aus dem cavernösen Gewebe beschrieben hat. Wahrscheinlich stellen diese Knäuel Regulierungseinrichtungen vor, die den Blutzufluss zur Schleimhaut beeinflussen; bei leerem Magen und contrahirter Magenwand wird dem einströmenden Blut ein viel grösserer Widerstand entgegengesetzt, als bei gefülltem Magen und möglichst gedehnter Magenwand, und so wird eine Blutüberfüllung der Schleimhaut bei leerem Magen vermieden. Die Regulierung des Blutzuflusses wird unterstützt durch die Anordnung der Muskelfasern in der Arterienwand selbst. Die Stämme der Endarterien, sowie ihre Zweige bis zu einem Durchmesser von 0,03 mm besitzen, zunächst der Intima, eine zusammenhängende Lage von Längsmuskeln, auf deren äusserer Fläche die Ringmuskulatur sich befindet. Die gleichzeitige Contraction beider Muskellagen wird das Lumen der Arterien verengen, die Krümmungen der Knäuel verschärfen, und dadurch die Widerstände für den Blutstrom steigern; die Erschlaffung der Musculatur dagegen wird Erweiterung des Gefässlumens und Dehnung der Knäuel zur Folge haben, so dass der Blutzufluss zur Schleimhaut möglichst wenig behindert wird.

Verhalten der Endarterien. Sämtliche, für die Magenschleimhaut bestimmte Arterienäste sind sehr fein; sie messen zwischen 0,07 und 0,05 mm. Sie kommen ohne Ausnahme aus dem submucösen Arteriengeflechte, das von allen Arterien, die den Magen versorgen, gespeist wird. Auf 2 □ Millimeter Fläche kommt durchschnittlich eine Arterie.

In der Regel tritt der Arterienzweig nicht direkt in die Schleimhaut ein (wie bisher angegeben wurde), sondern er zieht leicht geschlängelt an der unteren Fläche der muscularis mucosae eine Strecke weit hin, und tritt dann erst durch die Muskelschicht hindurch in die Schleimhaut. An der Durchtrittsstelle macht die Arterie eine spiralige Windung, die horizontal, parallel der Schleimhautoberfläche, gelegen ist, so dass man sie nur in der Flächenansicht gut wahrnimmt.

Darauf teilt sich die Endarterie in 2, seltener in 3 Aeste I. Ordnung; im einfachsten Fall, der aber der seltenere ist, divergieren die Aeste radienförmig von der Teilungsstelle aus, steigen dabei etwas gegen die Oberfläche der Schleimhaut auf, und teilen sich ein zweites Mal, wobei jeder Ast 2 Aeste II. Ordnung liefert. Aus jedem Aste II. Ordnung entstehen wieder 2 Aeste III. Ordnung, aus welchen mehrere sehr feine, vorkapillare Arterien entspringen. Eine jede Arterie der Magenschleimhaut teilt sich 3 mal, meist dichotomisch; die Aeste I. Ordnung messen 0,045 bis 0,036 mm, die Aeste II. Ordnung 0,032 bis 0,024 mm, d e der III. Ordnung sind 0,022 bis 0,018 mm dick. (Alle Masse am völlig injicirten Präparat genommen). Die Masse an den corrodirten Arterien waren genau die gleichen.

Die stärkeren Arterienzweige, also die Produkte der ersten Teilung, liegen dicht auf der muscularis mucosae; die feineren Zweige entfernen sich von dieser Schicht, und können bis in die Mitte der Schleimhaut gelangen. Dann wird ein Teil der vorkapillaren Arterien rückläufig. Die Zweige einer Endarterie stehen weder untereinander in Verbindung, noch anastomosiren sie mit den Nachbararterien.

Eine Complication im Verlauf der Arterien tritt nun häufig dadurch ein, dass die Teilungsäste I. und II. Ordnung in ihrem Verlauf eine Schleife oder auch eine spiralige Windung machen; öfter findet sich diese dicht an einer Teilungsstelle, und die beiden Zweige setzen die Windung des Stammes fort. Da diese Windungen schräg, zwischen der horizontalen und der senkrechten

Ebene liegen, werden sie bei Ausdehnung des Magens meistens gestreckt.

Viel häufiger, als die einfachen Windungen, sind die complicierteren Knäuelbildungen. Ein Knäuel entsteht, wenn die erste und die zweite Teilung der Arterie unmittelbar auf einander folgen und in die spiralige Windung fallen, die die Arterie nahe der muscularis mucosae macht. Die Aeste I. und II. Ordnung sind in diesem Falle ganz kurz; sie verlaufen spiralig oder auch in Schraubenlinien, winden sich um einander und nähern sich dabei dem Epithel. Erst die Aeste III. Ordnung treten aus dem Knäuel heraus und gehen auf die gewöhnliche Weise in die vorkapillaren Zweige über.

Da die Formen der Knäuel, die Art ihrer Bildung, der Verlauf der Arterienzweige in ihnen sehr variieren, und da ohne Abbildungen, durch die Beschreibung allein, keine ausreichend klare Vorstellung von ihrem Verhalten erzielt werden kann, so muss ich mich auf die vorstehenden kurzen Angaben beschränken. Eine mit Abbildungen ausgestattete Arbeit soll die notwendige Ergänzung baldigst bringen Hier will ich nur noch beifügen, dass der Durchmesser der Knäuel zwischen 0,25 und 0,5 Millimeter beträgt, so dass sie mit freiem Auge an Flächenpräparaten wahrnehmbar sind. An Durchschnitten der Schleimhaut, besonders wenn sie dünn sind, wird man aber auf diese eigentümlichen Bildungen nicht aufmerksam. Die Abbildungen, die Johannes Müller (Archiv 1835, Tafel III) von den Rankenarterien der corpora cavernosa penis gegeben hat (Figg. 1—3) sehen den Knäueln der Magenschleimhaut ähnlich; besonders sind es die Verästelung des Arterienstammes und der gebogene Verlauf der Aeste, die die Aehnlichkeit bedingen, während der Umstand, dass den Rankenarterien die Capillaren fehlen, einen Unterschied ausmacht. Der Durchmesser der Arterienzweige innerhalb der Knäuel schwankt zwischen 0,045 und 0,030 mm; die austretenden Arterien messen durchschnittlich 0,020 mm.

Es ist wenig wahrscheinlich, dass die so vielfachen Schlängelungen, die Spiralen, Achtertouren und Knäuelbildungen, die

für die Schleimhautarterien im Magen geradezu typisch sind, ganz ohne physiologische Bedeutung sein sollten. Die Magenwandungen sind bald stark ausgedehnt, bald contrahirt, die Drüsen der Schleimhaut secernieren nur zeitweise, und bedürfen nur während der Secretion reichlicher Blutzufuhr; die Drüsen secernieren hauptsächlich bei gefülltem Magen, wenn die Wände gedehnt sind. Unter diesen Umständen ist es von Nutzen für den Organismus, wenn bei gefülltem Magen der Blutzufluss zu den Capillaren der Schleimhaut erleichtert wird, und wenn bei leerem Magen der Blutgehalt der Schleimhaut gering ist.

Wir sehen an Tieren mit Magenfisteln, dass die Schleimhaut bei leerem Magen blass erscheint, also wirklich wenig blutreich ist. Wird aber die Schleimhaut durch Einführen von Fremdkörpern, oder auch nur durch Berührung mechanisch gereizt, so rötet sich der gereizte Bezirk, und die Drüsen treiben Secrettropfen aus. Es besteht also eine prompt einsetzende Regulierungsvorrichtung für den Blutgehalt der Schleimhaut. Die auf Reizung eintretende Blutfülle werden wir darauf zurückführen dürfen, dass Einrichtungen ausgeschaltet werden, die für gewöhnlich den Blutzufluss zur Schleimhaut hemmen. Bei leerem Magen kommt die Erweiterung der zuführenden Arterien, in Folge Erschlaffung ihrer Musculatur in Betracht. Diese bewirkt nicht nur Erweiterung des Arterienrohrs, sonder auch eine Ausgleichung der Krümmungen, ein Weiterwerden der Spiralen und der Knäuel. Dadurch aber fallen Widerstände für das zuströmende Blut fort.

Wenn sich nun der Magen füllt, und die Wandungen gedehnt werden, dann müssen die meisten Windungen der Arterien, die Spiralen und auch die Knäuel, entweder ganz ausgeglichen, oder doch erheblich gelockert werden; alle Krümmungen, die der Schleimhautoberfläche parallel sich erstrecken, bekommen wesentlich grössere Radien. Die Widerstände, welche die Biegungen des Rohres dem Blutstrom entgegensetzen, nehmen um so mehr ab, je mehr die Biegungen sich ausgleichen; es kommt also zu einer Erleichterung des Blutzuflusses zur Schleimhaut

durch Zugwirkung, und diese verstärkt den Erfolg, den die Erweiterung der Arterien schon hat. Mechanischer und nervöser Einfluss wirkt so zusammen, um bei gefülltem Magen die Blutversorgung der Schleimhaut sicher zu stellen.

In dem Maasse, wie nun der Magen, bei Beendigung der Verdauung und Entleerung seines Inhalts sich auf ein kleineres Volumen setzt, treten an den Schleimhautarterien die Krümmungen wieder auf; das einströmende Blut findet grösseren Widerstand, und der Blutgehalt der Schleimhaut nimmt ab.

Erwägen wir, dass im submucösen Gewebe des Magens ein dichter, von grossen Arterien gespeister arterieller Plexus liegt, von dem aus die Schleimhaut mit Blut versorgt wird, so wird uns das Bestehen regulierender Vorrichtungen an den für die Schleimhaut bestimmten Arterien verständlich. Es scheint, dass der Nerveneinfluss auf die Spannung der Arterienwand und die Weite der Lichtung für sich allein nicht ausreicht, und dass es einer Ergänzung durch Verlaufs- und Verästlungsweise der Arterien selbst bedarf.

Eine ähnliche Regulierungs-Einrichtung für den Blutzufluss finden wir in dem cavernösen und besonders in dem erectilen Gewebe. Es handelt sich dort bekanntlich um einen Mechanismus, der die rasche Anfüllung beträchtlicher Räume mit Blut gestattet. Johannes Müller fand hier kleine, eigentümlich gebogene, kurze Arterienzweige, oft einzeln stehend, oft durch ein Stämmchen repräsentirt, das sich in 3 bis 10 Aeste teilt, die sämmtlich rankenartig gebogen verlaufen, und in die cavernösen Räume hineinhängen. Ein derartiges Stämmchen mit den abgehenden Zweigen besetzt, bildet ebenfalls einen Knäuel, wie die Abbildungen von Johannes Müller (Archiv 1835, Tafel III) ohne weiteres ergeben. Die oft bestrittene Existenz dieser „arteriae helicinae“ ist durch die Beobachtungen von Henle (Eingeweidelehre, II. Aufl. 1873. S. 422) und Hyrtl (Corrosionsanatomie, 1873) neuerdings bestätigt worden; Henle fand die artt. helicinae mit feinen, scheinbar blind endigenden Anhängen, sah auch, dass einige dieser Gefässe sich in Capillaren fortsetzten,

während andere blind geschlossen endigen. Nach den Beobachtungen von Eckhard (Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. 4. 1867) befindet sich an dem kolbigen Ende der Rankenarterien eine feine Oeffnung, die durch Contraction der Längsfasern der Arterienwand erweitert wird und dann den Austritt des Blutes in die cavernösen Räume gestattet. Auch bei dieser Einrichtung werden die Widerstände gegen den Blutzutritt in die cavernösen Räume durch den gebogenen Verlauf der zuführenden Arterien vergrössert; verkleinert werden sie dagegen durch Contraction der Längsmuskulatur, die zuerst die Biegung ausgleichen wird, bevor sie die Oeffnung an dem Ende der Arterie erweitert.

Wenn nun auch in Vorstehendem interessante und nicht unwichtige Eigentümlichkeiten an den Arterien der Magenschleimhaut beschrieben sind, so tragen diese nicht dazu bei uns für die Erklärung der Entstehungsweise des runden Magengeschwürs die Grundlage zu bereiten. Bei der Kleinheit der Schleimhautgebiete welche von je einer Endarterie versorgt werden, würde es einer gleichzeitigen Erkrankung vieler benachbarter Endarterien bedürfen, um ein Geschwür mittlerer Grösse entstehen zu lassen, und eine derartige multiple Gefässerkrankung würde sich gewiss der Beobachtung nicht entziehen, sie müsste jedesmal gefunden werden. Auch konnte Panum (Virchow's Archiv, Bd. 25) durch multiple Embolie der Schleimhautarterien des Magens beim Hunde wohl viele kleinere Erosionen der Magenschleimhaut hervorrufen, aber keine typischen, runden Magengeschwüre. Es werden wohl andere Momente sein, die Magengeschwüre befördern, als Arterienerkrankungen; es ist aber vielleicht erlaubt, die Hoffnung auszusprechen, dass die hier beschriebenen besonderen Arterienverhältnisse es ermöglichen werden, andere Erkrankungen der Magenschleimhaut dem Verständniss näher zu bringen.

Sodann sprach Herr A. Schwantke:

Über die Tuffe der Basalte der Gegend von Marburg.

(Vorläufige Mitteilung).

Eine kurze Übersicht über die genannten Basalte wurde an dieser Stelle in der Sitzung vom 19. November 1901 gegeben (pag. 164 ff.). Die Tuffe wurden nur nebenbei erwähnt; es sind auch im Vergleich zu den mächtigen Tuffablagerungen anderer Gegenden nur kleine Vorkommen. Zum Teil ist das spärliche Auftreten allerdings dadurch zu erklären, dass das lockere Material der Tuffe durch die Erosion zerstört wurde. Das gilt namentlich von dem Vorkommen in Amöneburg, das durch seine exponierte Lage in der Ebene des Ohmtales naturgemäss die Einwirkung der Erosion besonders stark erfahren musste. Die Tuffreste sind hier nur noch an wenigen Stellen im Süden und Westen unter dem Schutze der Basalte erhalten. In Kirchhain wird der kleine Doleritkegel noch ringsum von einem dünnen Tuffmantel umschlossen. Der innere Gesteinskern tritt an verschiedenen Stellen der Stadt durch Aufschlüsse hervor; ein solcher Durchschnitt lässt auch erkennen, dass der Dolerit eine Absonderung parallel mit der Grenzfläche der äusseren Tuffhülle erfahren hat. Der Basalt von Schönstadt steht wohl nur als Gang im Buntsandstein, bei dem eine vorherige Eruption von Tuffmaterial nicht stattgefunden hat. Kleine Eruptionspunkte im Buntsandstein sind die Badensteine im Burgwalde, indessen ist ganz entsprechend dem geringfügigen Basalterguss auch die Mächtigkeit der Tuffe sehr gering, deren Komponenten (abgesehen von den Quarz- und Sandsteineinschlüssen) fast nur aus kleinen glasigen und schlackigen Auswurfsprodukten bestehen. Etwas bedeutender ist das Vorkommen am Stempel, doch ist die heutige kraterartige Aushöhlung nur durch Wegräumen des anstehenden Basaltes entstanden, so dass die noch vorhandenen Tuffwände, ganz wie in Kirchhain, den Tuffmantel des inneren Gesteins bilden. Am Frauenberge, dessen Basaltmasse die mächtigste

der drei im Buntsandstein bei Marburg liegenden Vorkommen ist, gelang es nicht, deutliche Reste von Tuff aufzufinden; einzelne Partieen am Abhang des Kegels können sehr wohl von zersetztem Tuff stammen, doch ist es kaum möglich, solches Material von basaltischen Verwitterungsprodukten zu unterscheiden.

In der oben genannten früheren Mitteilung wurde schon hervorgehoben, dass die erwähnten Basalte gegenseitig in naher petrographischer Verwandtschaft stehen, indem der Basalt vom Frauenberg und Stempel, von den Badensteinen und Schönstadt sehr ähnlich oder identisch ist mit dem dort als Hauptbasalt genannten Gestein von Amöneburg. Es ist nun sehr bemerkenswert, dass in Analogie damit das Eruptionsmaterial der Tuffe aller dieser Vorkommen absolut übereinstimmt.

In diesem finden sich zunächst die glasigen und schlackigen Typen der Lapilli in ziemlicher Menge. Die in ihnen meist vorhandenen Olivineinsprenglinge sind — wie auch die der krystallinen Lapilli — in der Regel zersetzt. Je nachdem daneben nur Augit oder nur Feldspat vorhanden ist, hat man (A. Streng) Basalt- und Doleritglas unterschieden. Beide Typen sind vertreten; auch finden sich in manchen Gläsern Augit und Feldspat nebeneinander. Zwischen der rein glasigen und der schlackigen Ausbildung finden sich die bekannten Zwischenglieder. Die Einsprenglinge zeigen eine braune schlackige Umrandung und durch deren Zunahme ergeben sich die Übergangsglieder zu den rein schlackigen Typen. Die feldspatführenden Lapilli dieser Art zeigen dann auch die charakteristischen gegabelten Wachstumsformen des Plagioklas. Die Augite der Basaltgläser nehmen in manchen Lapilli derart an Menge zu, dass die ganze Grundmasse wie ein von einem Augitmikrolithenfilz getränkter Glasteig erscheint.

Unter den krystallinen Lapilli findet sich sowohl Basalt als Dolerit (im Sinne von Streng und Sandberger). In den Basaltlapilli, mit Magneteisen, tritt der Feldspat an Menge sehr

zurück, wie es sich auch an den Basalten dieser Vorkommen selbst beobachten lässt. Die Dolerite, mit Ilmenit, zeigen dagegen ganz ihrem Charakter entsprechend vorwiegend Feldspat, der Augit ist nur in schlecht individualisierten Körnern zwischen dem vollkommen idiomorphen Feldspatgemenge verteilt. An diese gewöhnlichen Typen schliessen sich einige besondere Ausbildungsformen an. In den basaltischen Lapilli wird die Grundmasse zum Teil so fein, dass sie sich nur in ganz dünnen Schichten unter dem Mikroskop auflösen lässt. Sie besteht im wesentlichen aus einem Gemenge von Augitmikrolithen mit wenig Feldspat, der meist erst im polarisierten Lichte erkannt wird. Das Erz ist als feiner Staub gleichmässig ausgestreut. Diese Lapilli sind in der Regel auch stark zersetzt, was auch einer gewissen Ähnlichheit mit den weitverbreiteten Typen von Basaltgesteinen mit nephelinitoidem Glase entspricht. Die Auswürflinge mit vorherrschenden Feldspateinsprenglingen weichen zum Teil ganz vom doleritischen Habitus ab durch eine eigentümlich strahlig und blumig struierte Grundmasse, die an einzelne der dendritischen Typen erinnert, die vom Verf. bei Ofleiden a. d. Ohm gefunden wurden (diese Berichte 6. Juli 1900 pag. 83 ff.). Zum Teil sieht man in der Grundmasse neben dem Feldspat deutliche strahlige und blumige Augite, zum Teil erscheint der Augit mehr in kleinen Körnchen, die sich perlschnurartig aneinanderreihen und in den strahlig verzweigten Feldspaten der Grundmasse eingeschlossen sind. Die Feldspateinsprenglinge weisen häufig am Ende gegabelte Wachstumsformen auf. Das Erz ist zum Teil in kleinen Körnchen staubartig verteilt, zum Teil sind es zierliche Dendriten und Leisten von Titaneisen, die letzteren auch in der bekannten Verwachsung von unter einander parallelen Täfelchen senkrecht zu einem Individuum von Olivin. Das Gesagte gilt, wie erwähnt, für die Tuffe sämtlicher Vorkommen, besonders von Amöneburg, Kirchhain und vom Stempel. Der Charakter der Tuffe der beiden Badensteine stimmt in der Beschaffenheit der darin ausschliesslich vertretenen glasigen und schlackigen Lapilli damit überein. Alle beschriebenen Typen

lassen sich an kleinen Lapilli in den Tuffpräparaten studieren ganz analog damit verhalten sich aber auch die Schliffe von grösseren Auswürflingen.

Die vollkommene Übereinstimmung der verschiedenen Tuffvorkommen dieses Gebietes gewinnt noch an Bedeutung dadurch, dass diese sich von den weiter südlich nach dem Vogelsberge zu gelegenen Tuffen deutlich unterscheiden. Schon in dem Tuff von Wittelsberg wird dies bemerkbar. Es treten hier schon reichlich die grosse Augiteinsprenglinge führenden Auswürflinge auf, die auf die Verwandschaft mit den südlich davon auftretenden Tuffen hinweisen, für die ein reichlicher Gehalt an grösseren Augiten als Einsprenglingen und in einzelnen Körnchen und Kryställchen im Eruptionsmaterial charakteristisch ist, die in den hier beschriebenen Tuffen gänzlich fehlen.

Über die Tuffe vom Hohen Berge bei Ofleiden a. d. Ohm wurde schon früher an dieser Stelle berichtet (1900. pag. 83. 125; 1901. 164 ff.; vergl. auch Centralblatt für Mineralogie etc. 1901. 65 ff.). Es ergab sich dort eine Mannigfaltigkeit des Eruptionsmaterials, indem die Auswürflinge alle wesentlichen Typen der Basalte der Umgegend aufweisen. Diese Verschiedenheit der Auswürflinge basaltischer Tuffe ist ebenso an anderen Orten zu konstatieren und wurde auch durch die im hiesigen mineralogischen Institut ausgeführten und in Angriff genommenen Arbeiten für das Gebiet der niederhessischen Basalte bestätigt. *Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese Erscheinung eine allgemeine Gültigkeit besitzt.*

In den mächtigen Tuffablagerungen des Hohen Berges bei Homberg a. d. Ohm ergab sich auch eine gewisse Stufenfolge der Anordnung der verschiedenen Typen des Auswurfsmaterials, was auf eine Reihenfolge der Eruptionen schliessen lässt. An den kleinen Eruptionspunkten des hier betrachteten Gebiets fehlt eine solche Anordnung durchaus und ist auch von vornherein unwahrscheinlich, da es sich — abgesehen vielleicht von Amöneburg — wohl nur um eine einmalige kurze Eruptionstätigkeit handelt. Es ist deshalb umsomehr von Wichtigkeit, dass

auch hier die Verschiedenheit des Auswurfsmaterials zu konstatieren ist. In einer Arbeit des vorigen Jahres über die Basalte der Gegend von Homberg a. d. Efze (W. Schultz, Diss. Marburg 1902; Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil. Bd. XVI. 241 ff.) wird die analoge Beobachtung durch die Annahme ausgelegt, dass die verschiedenen basaltischen Auswürflinge Brocken von in der Tiefe unterhalb der Tuffe anstehenden Basalten darstellen. Die Existenz solcher älterer Ströme ist aber an der betreffenden Stelle nirgends beobachtet, bei Homberg a. d. Ohm ist sie im höchsten Grade unwahrscheinlich, hier bei den kleinen Eruptionspunkten mitten im Buntsandstein direkt ausgeschlossen. Es waren daher gerade diese Vorkommen besonders zum Studium dieser Frage geeignet.

Es wurde deshalb zum Vergleich mit den Beobachtungen an den kleinen Lapilli der Tuffe eine Untersuchung der grösseren basaltischen Auswürflinge vorgenommen. Die geeigneten Lokalitäten dafür waren der Stempel und Kirchhain. Es ergab sich eine vollständige Analogie mit dem oben geschilderten petrographischen Verhalten. Den basaltischen Auswürflingen stehen die doleritischen gegenüber, ganz gleichgültig ob, wie beim Stempel, das eruptive Gestein ein Basalt, oder, wie in Kirchhain, ein Dolerit ist. Daneben findet sich der dichte Typus mit dem staubförmig verteilten Erz und wenig Feldspat sowie die reichlichen Feldspat führenden Auswürflinge mit der strahlig und blumig dendritischen Grundmasse. Für die Erklärung dieser Beobachtungen war es von Wichtigkeit, nicht nur das Nebeneinandervorkommen dieser verschiedenen Auswurfsprodukte zu konstatieren (wenn schon die Art der kleinen Vorkommen auf den gemeinsamen genetischen Ursprung derselben hinweist), sondern auch womöglich die einzelnen Typen in gegenseitiger Verbindung aufzufinden. Für den Basalt und Dolerit ist das am Stempel gelungen. Es findet sich der Dolerit sowohl als Brocken von typischer Einschlussnatur vom Basalt umschlossen, sowie als Rinde an basaltischen Auswürflingen. Die letztere Combination ist

von besonderem Interesse. Es zeigt sich, dass der Basalt nicht als fertiger Einschluss von Dolerit umgeben wurde, sondern dass *einerseits der Dolerit auf die Krystallisation des Basalts einwirkte*, was durch die feinkörniger werdende Struktur der Grenzzone deutlich ausgeprägt ist, *während andererseits die Grundmasse des Basalts in die Grundmasse des Dolerits*, dessen Feldspat auch in Bruchstücken vom Basalt an der Grenze eingeschlossen wird, *unmittelbar übergeht*; ein deutlicher Beweis für die gemeinsame Entstehung beider in demselben Magma.

In Amöneburg erscheint der Dolerit in charakteristischer Weise als kleine durch den Tuff herausgebrochene Lavaergüsse, er wurde dort (a. a. O.) als eine strukturelle Modifikation des Basalts bezeichnet. Schon ein Vergleich des feldspatarmen Basalts mit dem überwiegend aus Feldspat bestehenden Dolerit lehrt hier aber, dass auch eine *Differenzierung des Magmas* vorliegt. Eine solche ist auch ganz verständlich, wenn man berücksichtigt, dass dieselbe sich in den ersten Stadien der Eruption vollzieht, in denen der Austritt der entweichenden Gase und Dämpfe das Magma auch chemisch verändert, ein Prozess, der zugleich in verschiedenen Partieen in verschiedenem Grade vorsichgehen wird. Hand in Hand damit wird dann auch eine strukturelle Differenzierung gehen, indem die in verschiedenen Teilen abweichenden Krystallisations- und Erstarrungsbedingungen die Herausbildung mannigfaltiger Strukturvarietäten zur Folge haben. Sind aber die verschiedenen basaltischen Auswürflinge, die den beobachteten Typen der unter den Basalten als selbständige Ergüsse auftretenden Gesteine entsprechen, verschiedenartige Ausscheidungsprodukte eines einheitlichen Magmas, so *wird gerade das Studium dieser Auswurfsprodukte ein wichtiges Hülfsmittel für die Untersuchung des genetischen Zusammenhangs der verschiedenen gesondert* (auch schon teilweise in deutlicher Verwandschaft) *auftretenden Basaltgesteine*.

Es ergibt sich weiterhin für das Studium der Basalte, dass es nicht zulässig ist, aus der Verschiedenheit der Auswurfsprodukte auf eine Serie unterhalb anstehender älterer Ströme zu schliessen, so lange nicht deren Existenz aus irgend welchen anderen Gründen wahrscheinlich gemacht ist.

Aufgelegte S hriften:

Verein Luxemburger Naturfreunde (Fauna): Mittheilungen aus den Vereinssitzungen. 12. Jahrg. 1902. Luxemburg.
Verhandlungen des botanischen Vereins der Prov. Brandenburg. 44. Jahrg. 1902. Berlin 1903.
Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt. Jahrg. 1902. Nr. 17/18. Wien 1902.
Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt. 1903. Nr. 2—4. Wien 1903.
Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. XV. Bd. 1. Heft und XVI. Bd. Basel 1903.
Titel zu „Vorstudien zu einer Pilzflora von Luxemburg." Luxemburg 1901.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. 75. Bd. (1992) Heft 3. Stuttgart 1903.
The American Naturalist No. 407 (Novbr. 1900), 434 (Febr. 1903) und 436 (April 1903). Boston.
Bergens Museum 1902. Titelbl. zu den Abhandlungen.
„ „ 1902. Verhandlungen, Bergen 1903.
54. Bericht der Lese- und Redehalle der Deutschen Studenten in Prag. Prag 1903.
27. Bulletin of the Bureau of American ethnology geb. (Tsimshian texts by Franj Boas). Washington 1902.
19. Annual Report of this Bureau (1897/98). 2 Bd. geb. Washington 1900.
Atti della reale Accademia dei L incei1903. XII. Bd. 9/10. Lfg. Roma 1903.
Boletin de la Academia nacional de ciencias en Cordoba (Argentinien). XVII. Bd. 2. Lfg. Buenos Aires 1902.
Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou 1903 No. 1. Moscou 1903.
Bulletin of the New York public library VII No. 5. (Mai). New York 1903.
Bulletin of the University of Kansas. III. Bd. No 6. Lawrence Kansas 1901.
Bulletin University of Montana No. 10 (Biological Series No. 3). Missoula 1902.

Journal of applied microscopy VI. Bd. 4. April 1903.
Rochester N. Y.
Leopoldina. 39. Bd. No. 3/4. Halle a./S. 1903.
Memoirs of the Museum of comparative zoology ad Harvard College. 38. vol. (in 4 Thln.). Cambridge U. St. A. 1903.
Dasselbe. XXVI. Bd. No. 4. Juni 1903.
Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical society 1902/3. (47. vol. 4. Theil).
Manchester 1903.
Mittheilungen des naturwiss. Clubs in Fiume. VI. Jahrg. 1901.
Fiume 1902.
Notizblatt des Vereins f. Erdkunde u. der grossh. hessischen Landesanstalt zu Darmstadt. IV. Folge. 23. Heft.
Darmstadt 1902.
Proceedings of the American philosophical society at Philadelphia. 41. Bd. No. 171. (April — Decbr. 1902).
Philadelphia 1902.
Proceedings of the American Academy of arts and sciences. 38. Bd. No. 5/9, 10/19. Octbr. 1902 — Febr. 1903.
Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche. III. Ser. IX. vol. 3/4 fasc. Napoli 1903.
Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 1902. 2. Hälfte. Bonn 1903.
Sitzungsberichte der mediz.-naturwiss. Section des Siebenbürgischen Museumsvereins. XXVI. Jahrg. 1901. 2. Abth. (23. Bd.). XXVII. Jahrg. 1902. (24. Bd. 1/2. Lfg.).
Kolozsvart 1903.
Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences. XI. Bd. 1/2. 2 Bde. New Haven 1901/3.
Tromsø Museums Aarshefter 21/22. (1898/99 = 2. Abth.) und 24 (1901). Tromsø 1901/2.
University of California publications. Zoology I. Bd. pag. 1/104 mit Tafeln 1/11. Novbr. 1902. Berkeley.
Dasselbe. Botany I. Bd. pag. 141/64 mit Taf. 15/6. Novbr. 1902. Berkeley.
University of Montana. Bulletin No. 13 (Vorlesungsverzeichniss). März 1903.
University of Montana. Biological Station at Flathead lake. 5. jährl. Sitzung. (Ankündigung für Sommer 1903).
Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande etc. 59. Jahrg. 1902. II. Hälfte.
Wetterauische Gesellschaft f. d. gesammte Naturkunde zu Hanau. Erster Nachtrag zum Katalog der Bibliothek.
Hanau 1902.

Ausgegeben am 25. Juli 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ ro. 7 Juli 1903

In der ausserordentlichen Sitzung vom 29. Juli 1903 trug Herr Richarz vor über

Versuche des Herrn Klüpfel den Übergang elektrischer Ströme zwischen Flüssigkeiten und Gasen oder Dämpfen betreffend.

Die Versuche sind im Laufe der letzten drei Semester auf Anregung des Vortragenden im hiesigen physikalischen Institut ausgeführt und sollen demnächst als Inaugural-Dissertation eingereicht werden.

Bei einer ersten Reihe von Versuchen wurde als elektrolytische Flüssigkeit wässerige Jodkaliumlösung benutzt. Zunächst sollte die Vorfrage erledigt werden, ob bei gewöhnlicher Elektrolyse von Jodkaliumlösung die abgeschiedenen Mengen von Jod bezw. Kalium oder Kalilauge bei den getroffenen Anordnungen dem Faradayschen Gesetze entsprachen. Die Anordnungen waren folgende: In ein weiteres Becherglas von 6,8 cm Durchmesser und 8,5 cm Höhe wurde ein zweiter Glas-Cylinder von 4,5 cm Durchmesser und 9,7 cm Höhe hineingesetzt, dessen Boden durch eine poröse Thonplatte verschlossen war. Beide Gefässe waren mit der Jodkaliumlösung gefüllt. In die äussere

Flüssigkeit tauchte als Kathode ein Platinblech ein; in die innere Flüssigkeit als Anode ein Platindraht, der bis auf eine Spitze von 1,2 mm Länge in Glas eingeschmolzen war. Mit dieser Zelle zusammen war in denselben Stromkreis ein Silbervoltameter eingeschaltet. Im Hinblick auf die folgenden Versuche wurde auch bei diesen Vorversuchen der Strom von einer zwanzigplattigen Toeplerschen Influenzmaschine geliefert, welche durch einen Elektromotor betrieben wurde. Es ergab sich vollkommen genügende Äquivalenz der gewogenen Silbermenge mit der durch Titration gemessenen Jodmenge. Bei Beobachtung von etwas schwierigeren Vorsichtsmassregeln wurde auch die äqüivalente Kalimenge gefunden. Eine analoge Kontrolle wurde auch durch Vergleich einer Zinkjodidzelle (s. Jodvoltameter, Kohlrausch, Leitfaden, 9. Aufl. 1901, p. 379) mit dem Silbervoltameter ausgeführt.

Bei den folgenden Versuchen wurde die Anode aus der Flüssigkeit herausgezogen, so dass die Entladung einen 1 bis 6 ½ mm langen Weg durch die Gas- bezw. Dampfschicht von der Elektrode zur Flüssigkeit zurücklegen musste. In denselben Stromkreis war immer ein Jodometer (Citat s. o.) für gewöhnliche Elektrolyse eingeschaltet. Alle Leitungen mussten sorgfältigst isolirt werden. Zunächst ergab sich, dass in der Zelle mit nicht eintauchender Anode unterhalb letzterer ebenfalls Jodabscheidung stattfand, welche aber die im Jodometer stark übertraf: z. B. in ersterer Zelle Jodmenge 30,1 ccm der Messflüssigkeit gegen 2,4 ccm im Jodometer. Der Überschuss ergab sich ferner als wachsend mit wachsendem Abstand der Anode von der Flüssigkeitsoberfläche; er war auch vorhanden, wenn die Luft durch den Raum oberhalb der Anode durchgesogen wurde. Er war ferner auch vorhanden in einem Stickstoffstrom, im letzteren Falle aber geringer: 20,5 ccm gegen 4 ccm im Jodometer. Es schien also wahrscheinlich, dass die Bildung von Ozon und durch dieses veranlasste Jodabscheidung bei dem Überschuss beteiligt war, dass aber ausserdem auch der Wasserdampf durch Bildung von Wasserstoffsuperoxyd oder der Stickstoff durch

salpetrige Säure mit zu der überschüssigen Jodabscheidung beitrug.

Aus diesen Gründen wurde versucht, den Überschuss zu beseitigen, indem erstens ein kräftiger Wasserstoffstrom durch den Zwischenraum zwischen Anode und Jodkaliumlösung geblasen wurde, und zweitens durch Anbringung eines Diaphragmas aus Glas bezw. Glimmer die Berührungsfläche zwischen Jodkaliumlösung und Dampfraum möglichst verkleinert wurde. Indem beide Massregeln fortschreitend in verstärkter Weise zur Anwendung gebracht wurden, ergaben sich bei einer Reihe von aufeinanderfolgenden Versuchen für die Jodabscheidung die Zahlen:

Versuchszelle	3,5	4,1	3,35	2,8	2,7	2,45
Jodometer	1,2	2,55	2,6	2,45	2,5	2,40.

Aus dieser Versuchsreihe ist zu schliessen, dass vollkommene Äquivalenz der Jodabscheidung in beiden Zellen zu erwarten wäre, wenn man die chemische Einwirkung der Produkte des elektrischen Stromes im Dampfraum auf die Jodkaliumlösung vollkommen zu vermeiden imstande wäre. Es befolgt also die Jodabscheidung an der Grenze von Lösung und Dampf das Faradaysche Gesetz von den festen elektrolytischen Äquivalenten.

Die negativ geladenen Jodanionen geben an dieser Grenzfläche ihre Ladungen an den Dampfraum ab und werden selbst im elektrisch-neutralen Zustand abgeschieden. Ob die negativen Elementarquanten der Elektrizität in den Dampfraum hinein als freie Elektronen oder verbunden mit Atomgruppen (Atomionen) hineindringen, bleibt vorläufig dahingestellt. Man kann sich vorstellen, dass diese negativen Jonen die Molekeln des Gases bezw. Dampfes durch „Jonenstoss“ [1]) weiter ionisiren. Von den so gebildeten Jonen tritt dann ein Teil zu andern als den ursprünglichen, neutralen Verbindungen zusammen, z. B. zu Ozon, salpetriger Säure, Wasserstoffsuperoxyd. Die Menge dieser Pro-

1) J. J. Thomson, Phil. Mag. (5) 50, p. 279, 1900.

dukte ist nach diesen Vorstellungen als um so grösser zu erwarten, je grösser der Weg ist, auf welchem die Jonisation durch Jonenstoss stattfindet, was die Versuche bestätigen. Der Überschuss an negativen Jonen, der aus der Lösung in den Dampf eintritt, wird an der Anode elektrisch neutralisiert.

Der zweite von Herrn Klüpfel untersuchte Fall knüpft an die vom Vortragenden untersuchte dem Leidenfrostschen Phänomen ähnliche Erscheinung an, dass bei grosser Stromdichtigkeit eine elektrolytische Flüssigkeit an der Elektrode bis zum Verdampfen erhitzt wird,[1]) so dass sich um die Elektrode herum eine Dampfhülle bildet, und der Strom weiterhin, um von der Flüssigkeit zur Elektrode zu gelangen, diese Dampfhülle durchsetzen muss. Dass also hier eine Elektrolyse durch die Dampfhülle hindurch stattfindet, darauf hat der Vortragende auch schon früher aufmerksam gemacht. (Beiblätter zu Wiedemanns Annalen der Physik, Bd. **15**, S. 596, 1891). Herr W. Ziegler (Inaugural-Dissertation, Greifswald, 1897; Wied. Ann. **63**, p. 261, 1897) hat durch Temperaturmessungen nachgewiesen, dass die Bildung der Dampfhülle in der That immer gerade dann eintritt, wenn der Siedepunkt erreicht ist. Dabei ist es gleichgültig, welches die Ursachen der starken Erhitzung der Flüssigkeit sind: Ob bloss die Stromwärme, oder auch Peltierwärme, auf welehe der Vortragende ebenfalls schon hingewiesen hat (Wied. Ann. **63**, p. 266, 1897). Bekanntlich liegt das erwähnte Phänomen den selbstthätigen elektrolytischen Stromunterbrechern zu Grunde.

Mit einer Versuchsanordnung, welche in seiner Dissertation näher beschrieben werden wird, hat Herr Klüpfel die aus 40% Schwefelsäure abgeschiedenen elektrolytischen Produkte gemessen, wenn an einer der Elektroden bei grosser Stromdichtigkeit das Phänomen erzeugt war. Es ergab sich

---

1) F. Richarz, Sitz. Ber. Niederrhein. Ges., Bonn, p. 84, 1890. Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge, Bd. 39, p. 231, 1890; **47**, p. 579, 1892.

jedesmal, dass an dieser Elektrode ausser dem der normalen Elektrolyse entsprechenden Gase ein Überschuss entwickelt war, der nach den Untersuchungen von Wehnelt (A. Wehnelt, Electrotechn. Zeitschr., Heft 4, p. 76, 1899; A. Wehnelt, Wied. Ann. der Physik und Chemie, Neue Folge **68**, p. 232; A. Voller und B. Walter, Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen II, 1898/99, p. 181; A. Voller und B. Walter, Wied. Ann. der Physik und Chemie, Neue Folge **68**, p. 526) vermutlich aus Knallgas bestand. Um diesen zu beseitigen und die Menge des Restes bestimmen zu können, wurden in das obere Ende der Eudiometerröhre, in welcher das Gas aufgefangen wurde, zwei Platindrähte eingeschmolzen, die mit den Polen eines kleinen Induktoriums verbunden wurden. Wenn nach beendigter Elektrolyse die Entladungen des letzteren in Thätigkeit traten, fand zwar keine Explosion des Knallgasüberschusses statt; denn er war dazu zu stark verdünnt durch die Menge des normalen elektrolytischen Gases. Aber der Funkenstrom des Induktoriums verbrannte langsam das Knallgas.

Es wurden zuerst Versuche gemacht, bei denen das Phänomen nur an der Anode hervorgerufen war. Es ergaben sich bei einer Reihe von Versuchen folgende Zahlen für die Gasvolumina:

An der Kathode		21,5	19,4	22,6	23,5
An der Anode	ursprünglich	12,28	12,2	13,5	14,9
	Nach Beseitigung des Knallgases	10,84	9,8	11,39	11,97

Die Zahlen der letzten Reihe sind, wie man sieht, sehr nahe die Hälfte derjenigen der ersten Reihe, entsprechend einem äquivalenten Volumen von Sauerstoff im Vergleich zu Wasserstoff. Die Zahlen sind alle noch etwas grösser als die Hälfte. Aber die Verbrennung des letzten Restes der Knallgasbeimischung geschieht auch nur ausserordentlich langsam. Wenn man

die Zahlen für die zeitliche Abnahme unter dem Einfluss der Induktorienfunken graphisch abträgt, so sieht man, dass sich die Endmengen asymptotisch der genauen Hälfte des Wasserstoffvolumens nähern.

Sodann wurden Versuche mit dem Phänomen an der Kathode angestellt. Nach Überwindung einiger Schwierigkeiten bezgl. der gleichzeitigen Anode ergaben sich folgende Gasmengen in Kubikcentimetern.

An der Anode		5,48	2,75	2,6	4,7
An der Kathode	ursprünglich	17,8	7,9	10,3	15,2
	Nach Beseitigung des Knallgases	10,4	5,72	5,39	9,77.

Hier sieht man, dass die Zahlen der letzten Reihe nahezu das Doppelte der ersten Reihe betragen, bei den meisten Versuchen etwas mehr als das Doppelte; aus denselben Gründen wie soeben auseinander gesetzt.

Eine interessante Beobachtung kann man häufig an der Elektrode machen, die von der Dampfhülle umgeben ist. An der Stelle, welche der Versuchsanordnung zufolge Sitz der grössten Stromdichtigkeit und damit der stärksten Erhitzung ist, tritt von Zeit zu Zeit lebhafteres Leuchten auf, welches sich von dieser Stelle aus, langsam längs des ganzen Drahtes fortpflanzt, um dann wieder für einige Zeit dem nur im dunkeln gut erkennbaren schwachen beständigen Leuchten der stromdurchflossenen Dampfhülle Platz zu machen. Vermutlich sind dies wohl Entzündungen des in der Dampfhülle gebildeten Knallgases.

Wir können die Versuche über die Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure bei grosser Stromdichtigkeit ganz ähnlich deuten, wie die Versuche mit der Jodkaliumlösung. Es kann dabei aber gegenüber jenen der Unterschied vorhanden sein, dass die Neutralisierung der Jonen der Flüssigkeit nicht an

der Grenzfläche von Flüssigkeit und Dampf stattfände, sondern an der Metallelektrode selbst. Dass in dem Dampfraum um die Elektrode herum nicht bloss Wasserdampf vorhanden ist, sondern Schwefelsäuredampf, riecht man und sieht man an den weissen Dämpfen, die besonders stark sind, wenn das Phänomen an der Anode hervorgerufen ist, an welcher also SO_4 oder SO_4 H-Jonen anzunehmen wären. Der Knallgasüberschuss ist als durch Jonisation durch „Jonenstoss" analog der auf Seite 49 besprochenen Bildung von Ozon u. s. w. entstanden zu denken.

Die galvanische Polarisation, welche das Aquivalent der Freienergie-Anderung darstellt, muss durch die Bildung eines Knallgasüberschusses vergrössert werden. Ihr Nachweis wird indessen durch die gleichzeitig stattfindenden Widerstandsänderungen der Zelle sehr erschwert sein.

In derselben Sitzung giebt sodann Herr O. Hess einen vorläufigen Bericht über Versuche, die im pharmakologischen Institut zu Marburg (Director Prof. H. Meyer) angestellt wurden.

Es handelt sich um Tierexperimente zum Nachweise der Veränderungen, welche der Flüssigkeitswechsel zwischen Blut und Geweben bei Schwankungen des Blutdrucks erleidet.

Dieser Flüssigkeitswechsel, welcher im Capillargebiete des Körpers vor sich geht, wird beherrscht durch physikalische Gesetze (die Gesetze der Filtration und Osmose) und durch vitale Faktoren (eine active Lymphsecretion der Zelle der Capillarwand nach Heidenhain).

Die vorliegenden Versuche beschäftigen sich nur mit dem Filtrationsprocess, welcher vom Blutdruck und der Gefässweite abhängig ist.

Den grossen Einfluss der Blutdruckschwankungen auf die Concentration des Blutes haben viele Autoren festgestellt; diese kamen übereinstimmend zu dem Resultate, dass bei Ver-

engerung der Gefässe und Erhöhung des Blutdrucks ein vermehrter Flüssigkeitsaustritt aus dem Gefässsystem im Capillargebiete und damit eine Zunahme der Blutconcentration erfolgt und dass umgekehrt bei Blutdrucksenkung und weiten Gefässen eine vermehrte Flüssigkeitsaufnahme aus den Geweben in das Blut stattfindet, wodurch eine Concentrationsabnahme des Blutes bedingt wird.

Derartige Experimente wurden an Mensch und Tier angestellt, es wurde das Capillar- und Venenblut untersucht. Zur Erweiterung der Gefässe dienten Wärmewirkungen (heisse Bäder), Zufuhr von Alcohol, Chloralhydrat, Inhalationen vom Amylnitrit, bei Kaninchen Rückenmarksdurchschneidung; es wurden ferner Kranke nach der Entfieberung mit weiten Gefässen untersucht; zur Verengerung der Gefässe kamen Kältewirkungen (Bäder, Douchen), beim Tiere Reizung des Rückenmarks und psychische Erregungen (Kneifen mit der Pincette) in Anwendung.

Als Methoden zum Nachweis der Concentrationsveränderungen dienten: die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Blutes (Pyknometer), die Wägung des Trockenrückstandes, die Stickstoff- und Kochsalzbestimmung, und endlich die Zählung der roten Blutkörperchen und die Bestimmung des Hämoglobingehaltes.

Gerade die Methode der Zählung der roten Blutkörperchen wurde mit Vorliebe und am häufigsten angewandt, da sie relativ leicht ausführbar ist und nur kleiner Blutmengen bedarf. (Capillarblut des Menschen).

In übereinstimmender Weise ergab sich bei Blutdrucksteigerung eine Vermehrung, bei Blutdrucksenkung eine Verminderung der roten Blutkörperchen im cmm Blut.

Diese Vermehrung und Verminderung ist eine relative und giebt einen Maassstab für den verschiedenen Wassergehalt des Blutes.

Die anderen Erklärungsversuche dieser Schwankungen in der Zahl der roten Blutkörperchen, 1) dass es sich um eine

absolute Vermehrung und Verminderung infolge Zugrundegehens und Neubildung von roten Blutkörperchen handele, 2) dass eine ungleiche Verteilung derselben im Gefässsystem stattfinde 3) dass bei Blutdrucksteigerung ein Heraustreten roter Blutkörperchen aus Depots, in welchen sie präformiert stagnierten, zustande komme — sind wenig wahrscheinlich und für die vorliegenden Versuchsbedingungen nicht haltbar.

In den eigenen Versuchen wurden durch pharmakologische Mittel kurzdauernde erhebliche Steigerungen und Senkungen des Blutdrucks vorgenommen. Bei dieser kurzen Dauer ($^1/_2$—1 Min.) sind osmotische und vitale Processe ausgeschlossen, welche sich in dieser Geschwindigkeit nicht vollziehen können, und nur die Faktoren der Filtration geschaffen und untersucht.

Zur Blutdrucksteigerung wurde Adrenalin (mit Atropin) und Chlorbaryum intravenös injiciert, als Blutdrucksenkung diente die spontane Senkung, welche nach der Adrenalinsteigerung folgte, ferner die Senkung nach Amylnitritinhalation und intravenöser Chloralhydratinjection.

Es wurden Hunde benutzt; der Blutdruck wurde in der carotis bestimmt.

Die Blutentnahme wurde aus Arterien (femoralis und carotis), aus Venen (jugularis externa, cava inferior, mesenterica) und aus dem rechten Vorhof und Ventrikel vorgenommen.

Bestimmt wurde die Zahl der roten Blutkörperchen, der Hämoglobingehalt, der Stickstoff- und Kochsalzgehalt des Blutplasmas.

Die Resultate waren folgende:

Im Arterienblute fanden sich selbst bei den stärksten Druckschwankungen (z. B. 300 und 60 mm Hg) keine wesentlichen Differenzen in der Zahl der roten Blutkörperchen und im Gehalte an Hämoglobin.

Sodann ergab der *Vergleich* von *arteriellem* und *venösem* Blute bei normalem Blutdrucke gleiche Verhältnisse; dagegen fanden sich bei *alteriertem* Blutdrucke *starke Schwankungen* im *Venensystem*, und zwar nach beiden Seiten, eine erhebliche *Zunahme* der *Blutconcentration* (kenntlich an der Vermehrung der roten Blutkörperchen) bei *Blutdrucksteigerung* (z. B. um 25 %), und eine *ebensolche Abnahme* der Blutconcentration bei *Blutdrucksenkung*.

Die Abnahme der Blutconcentration liess sich in fast unverändertem Maasse bis in das rechte Herz verfolgen, die Zunahme der Concentration war im rechten Herzen ebenfalls nachweisbar, doch nicht mehr so stark wie in den peripneren Venen.

Aus diesen Thatsachen *ergiebt sich*, *dass das durch Blutdruckschwankungen in seiner Concentration alterierte venöse Blut noch bevor es in das arterielle Gebiet überströmt*, *seine normale Concentration wiedererhält*.

Dieser Ausgleich muss vorwiegend in der *Lunge* vor sich gehen.

Wir nehmen an, dass in der Lunge unter normalen Verhältnissen sowohl eine Wasserabgabe aus dem Blut, wie eine Wasseraufnahme in das Blut stattfindet (eine Deshydratation des Blutes neben einer Hydratation-Dastre).

Dieser normale Vorgang muss bei Blutdruckschwankungen modificiert werden.

Nach den vorliegenden Versuchsresultaten scheint bei Drucksteigerung und Concentrationszunahme des Venenblutes eine verminderte Wasserabgabe oder vermehrte Wasseraufnahme oder beides, — bei Drucksenkung und Concentrationsabnahme des venösen Blutes eine vermehrte Wasserabgabe oder verminderte Wasseraufnahme oder beides in den *Lungen* stattzufinden.

Wie erwähnt, scheint die Concentrationszunahme des Venenblutes bereits vor dem rechten Herzen bis zu einem gewissen Grade durch Flüssigkeitszutritt vermindert werden zu können; hier dürfte vielleicht die Leber eine Rolle spielen, da die Lymphbildung in der Leber vom Blutdrucke unabhängig erscheint. (Bayliss and Starling).

Es soll deshalb in weiteren Versuchen noch Lebervenenblut bei verschiedenem Blutdrucke untersucht werden.

In dem Stickstoff- und Kochsalzgehalt des Blutplasmas liessen sich bei diesen Versuchen keine wesentlichen Differenzen finden.

Wir ziehen aus den Versuchen folgende Schlüsse:

1) Der Organismus besitzt prompt functionierende Ausgleichsvorrichtungen, die es ihm ermöglichen, die durch Schwankungen des Blutdrucks bedingten Concentrationsveränderungen des Blutes fast momentan auszugleichen und zwar vorwiegend durch die Lunge. Durch diese Vorrichtung wird den Organen auch bei grossen Druckschwankungen im Gefässsystem eine normal concentrierte Ernährungsflüssigkeit durch die Arterien zugeführt, und es überhaupt ermöglicht, dass länger dauernde Blutdrucksteigerungen ohne Eindickung des Blutes und Blutdrucksenkungen ohne Verdünnung des Blutes ertragen werden.

2) Das arterielle und venöse Gefässgebiet können eine verschiedene Blutconcentration aufweisen.

Ob diese Versuchsresultate direct auf die menschliche Pathologie übertragbar sind, ist ohne weiteres noch nicht bestimmbar.

Zwei Punkte sollen noch kurz hervorgehoben werden:

1) Im Höhenklima findet man regelmässig eine Zunahme der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes, und die Frage, ob diese Zunahme eine absolute oder eine relative ist, wird immer noch discutiert.

Es ist jedoch festgestellt, dass es sich um eine gleichmässige Vermehrung sowohl im arteriellen, wie im venösen

Gefässgebiet handelt. Diese Thatsache dürfte im Hinblick auf die vorliegenden Versuche wohl weniger im Sinne eines veränderten Wassergehaltes im Gefässsystem, als vielmehr im Sinne einer absoluten Vermehrung gedeutet werden müssen.

2) Bei decompensierten Herzklappenfehlern findet sich in verschiedenen Stadien der Decompensation sowohl eine Wasserzunahme des Blutes wie eine Eindickung desselben.

Die Wasserzunahme kann vielleicht analog wie in den Versuchen auf eine durch die Verminderung des Blutdrucks hervorgerufene vermehrte Wasseraufnahme aus den Geweben zurückgeführt werden. Vielleicht ist auch bei Herzkranken in diesem Stadium der Wassergehalt des arteriellen und venösen Stromgebietes ein verschiedener; diese Frage dürfte sich an herzkranken Hunden entscheiden lassen.

Die Eindickung des Blutes endlich bei Herzkranken werden wir mit Grawitz durch eine übergrosse Wasserabgabe in den Lungen erklären, die dann eintreten wird, wenn bei erweiterten Lungencapillaren der Blutstrom in der Lunge verlangsamt und die Atemfrequenz vermehrt ist. Dazu würde passen, dass bei decompensierten Mitralfehlern, bei welchen die Lunge eine vermehrte Inanspruchnahme erfährt, eine höhere Blutconcentration gefunden wurde, wie bei decompensierten Aortenfehlern. (Schneider unter Fr. Müller).

Die Versuche sollen fortgesetzt und in einer Fachzeitschrift veröffentlicht werden.

In derselben Sitzung sprach Herr F. A. Schulze:

Über die Schallgeschwindigkeit in sehr engen Röhren.

Die von Kundt[1]) zuerst experimentell nachgewiesene, von v. Helmholtz[2]) und Kirchhoff[3]) theoretisch behandelte Erscheinung, dass die Schallgeschwindigkeit in Röhren kleiner ist, als in freier Luft, ist mehrfach Gegengstand der Untersuchung gewesen. Kirchhoff hat als Schallgeschwindigkeit in Röhren den Wert angegeben $v = V\left(1 - \frac{\gamma}{d\sqrt{n\pi}}\right)$, wobei V die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in freier Luft, d den Durchmesser der Röhre, n die Schwingungszahl des Tones und γ eine die Reibungskonstante und die Wärmeleitfähigkeit des Gases enthaltende Konstante bedeutet.

Alle bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand laufen im wesentlichen auf eine Prüfung dieser Formel, namentlich des Zahlenwertes von γ hinaus. Es seien hier nur die Arbeiten von Kundt[4]), Seebeck[5]), Schneebeli[6]), Kayser[7]), Webster Low[8]), Stevens[9]) und J. Müller[10]) erwähnt. Alle diese Arbeiten benutzen nun entweder zwar enge Röhren aber hohe Töne, oder tiefere Töne, aber verhältnismässig weite Röhren, sodass die verhältnismässige Änderung der Schallgeschwindigkeit immer nur gering sein konnte, und etwaige Beobachtungsfehler grossen Einfluss hatten. Die genannte Formel lässt jedoch sehr bedeutende Änderungen voraussehen bei gleichzeitiger Anwendung von sehr engen Röhren und sehr tiefen Tönen; so müsste z. B., wenn man für γ den theoretischen Wert 0,006 m (für trockene Luft bei Zimmertemperatur) einführt, bei einer

1) A. Kundt, Pogg. Ann. **135**, p. 337 u. 527; 1868.
2) H. v. Helmholtz, Wissensch. Abh. **1**, p. 338.
3) G. Kirchhoff, Pogg. Ann. **134**, p. 77; 1868.
4) A. Kundt, l. c.
5) Seebeck, Pogg. Ann. **139**, p. 104; 1870.
6) Schneebeli, Pogg. Ann. **136**, p. 296; 1869.
7) H. Kayser, Wied. Ann. **2**, p. 218; 1877.
8) J. Webster Low, Wied. Ann. **52**, p. 641; 1894.
9) H. Stevens, Ann. d. Phys. **7**, p. 285; 1902.
10) J. Müller, Ann. d. Phys. **11**, p. 331; 1903.

Röhre von 1 mm Durchmesser für einen Ton $n = 200$ $v = Vx$ $(1—0{,}24)$ werden, also eine Verminderung um 24 % eintreten. Nun haben alle Beobachter für γ einen Wert gefunden, der grösser als der theoretische Wert 0,006 ist, den übrigens G. Kirchhoff selbst nur als untere Grenze ansieht, da er die Wärmestrahlung nicht berücksichtigt.

Nach J. Müller hat γ in Wirklichkeit überhaupt keinen bestimmten Wert, sondern schwankt in bedeutenden Grenzen. Setzt man für γ den grössten von J. Müller gefundenen Wert, $\gamma = 0{,}01663$, so würde sich in dem angeführten Beispiel $n = 200$, $d = 1$ mm eine Verminderung der Schallgeschwindigkeit um bereits 66 % ergeben, sodass sie also nur noch $^1/_3$ des Wertes in freier Luft sein würde. Bei einem Durchmesser von 0,66 mm würde die Schallgeschwindigkeit der Formel nach bereits auf Null gesunken sein.

Diese enorme Verringerung der Schallgeschwindigkeit erscheint wenig wahrscheinlich, so dass es von Interesse schien, die Schallgeschwindigkeit wirklich einmal bei sehr tiefen Tönen und sehr engen Röhren zu messen.

Die sehr hohen Werte, die gelegentlich für γ gefunden sind, sind vielleicht zum Teil auf die Anwendung der Kundt'schen Staubfiguren zurückzuführen, bei denen also die Röhre Pulver enthält, dessen Anwesenheit allein die Schallgeschwindigkeit schon vermindert.

Bei Anwendung enger Röhren und tiefer Töne war die Messung von V durch Kundt'sche Staubfiguren aus naheliegenden Gründen nicht möglich. Es wurde hier das Quinckesche Interferenzrohr benutzt, bei dem der in ein Rohr eintretende Schall sich in zwei Röhren verzweigt, verschiedene Wege durchläuft, um dann wieder zusammengeführt zu werden. Treffen an der Vereinigungsstelle Verdünnung und Verdichtung zusammen, so tritt durch Interferenz Aufhebung des Schalles ein; der Unterschied der Weglängen beträgt dann ein ungrades Vielfaches einer halben Wellenlänge.

Nun war jedoch in vorliegendem Fall, wo die Röhren sehr eng sein sollten, die gewöhnliche Form der Quinckesche Inter-

ferenzröhre, bei der die Verlängerung des einen Weges durch ein posaunenartig verschiebbares Stück geschieht, nicht möglich, da die ineinanderverschiebbaren Röhren dann schon erheblich procentisch verschiedene innere Weite gehabt hätten. Ausserdem wäre es auch hier nicht gut möglich gewesen, den ganzen Apparat aus den zu untersuchenden engen Röhren anzufertigen, schon, weil, abgesehen von der Schwierigkeit der Herstellung, die Intensitätsverminderung durch Reibung zu gross gewesen wäre. Es wurde daher so vorgegangen:

Der eine Zweig der Quinckeschen Röhre bestand aus zwei weiten, mit sanfter Reibung in einander verschiebbaren je ca. 1,5 m langen Glasröhren; in den andern Zweig wurde vermittelst entsprechend sich verjüngenden Glasröhren und kurzen engen Schlauchstücken ein nicht zu langes Stück der zu untersuchenden Röhre von der Länge l_1 eingesetzt. Es wurde nun die Länge des ersten Zweiges, L_1, so reguliert, dass an der Austrittsstelle des Schalles ein Tonminimum sich befand. Man darf nun jedenfalls nicht annehmen, dass die beiden Zweige sich um ein ungrades Vielfaches der halben Wellenlänge des hineingeschickten Tones unterscheiden, da in dem Zweig, der die Verjüngungen enthält, an diesen Verzerrungen der Schallwelle, Reflexionen etc., überhaupt schwer im einzelnen kontrolierbare Unregelmässigkeiten eintreten, die im wesentlichen bewirken werden, dass erst in gewisser Entfernung von den Verjüngungsstellen die Schallbewegung in der engen Röhre regulär verläuft. l_1 sei so gross, dass in einem endlichen Teil der engen Röhre die Schallbewegung regelmässig vor sich geht. Es wurde nun an Stelle des Stückes von der Länge l_1 in dem Zweige, der die enge Röhre enthält, ein Stück des gleichen Rohres von der Länge l_2 eingesetzt; um dann wieder Tonminimum zu erhalten, musste jetzt dem anderen Zweige mit den weiten Glasröhren eine andere Länge L_2 gegeben werden. An der Vereinigungsstelle kamen die Töne aus den beiden Zweigen mit sehr verschiedener Intensität an, da in der weiten Röhre der Ton sehr wenig, in der engen aber sehr stark durch Reibung geschwächt war. Um also zur Erzielung eines guten Tonminimums die Intensität beider

Schallwellen annähernd gleich gross zu machen, musste auch in dem die weite Röhre enthaltenden Zweig ein Stück von der engen Röhre eingefügt werden, das aber dann natürlich bei der ganzen Versuchsreihe immer auf konstanter Länge belassen wurde.

Die Schallgeschwindigkeit in der engen Röhre sei v, in der weiten Glasröhre V; man übersieht sofort, dass die Beziehung besteht $\frac{v}{V} = \frac{l_2 - l_1}{L_2 - L_1}$. Hat die weite Röhre so grossen Durchmesser, dass man die Schallgeschwindigkeit V in ihr gleich der Schallgeschwindigkeit V_0 in freier Luft setzen kann, so ist also $v = V_0 \frac{l_2 - l_1}{L_2 - L_1}$. Man hat bei diesem Differenz-Verfahren den Vorteil, dass man von den engen Röhren nur verhältnismässig kurze Stücke braucht, also der Ton nicht durch Reibung zu sehr geschwächt wird. Ausserdem ist es ja überhaupt schon schwer, lange enge Röhren von einigermassen überall gleichen Querschnitt zu finden. Die Handhabung ist bequem und einfach und genau, sobald nur die Tonintensität nicht zu gering ist. Benutzt man Stimmgabeltöne, so ist es besonders vorteilhaft, mit dem beobachtenden Ohr in den Bauch der stehenden Welle zu gehen, die sich im Zimmer durch Reflexion an den Wänden ausbildet. Das Ohr erhält dann nur Erregung von dem aus dem Apparat austretenden Ton, und die Messung ist dann sehr genau möglich. Prinzipiell hätte man mit einer analogen leicht zu übersehenden Modifikation auch die andere von Quincke angegebene Form der Röhren zur Bestimmung der Wellenlänge benutzen können, bei der man an einem seitlichen Ansatz des einerseits durch einen verschiebbaren Stempel verschlossenen Rohres die Tonintensität abhört; doch hat sich für den vorliegenden Zweck die erstere Form besser bewährt.

Zu den Versuchen wurden Röhren aus Glas, Kautschuk und Messing benutzt, die mit trockner, kohlensäurefreier Luft von Zimmertemperatur gefüllt waren. Als Tonquellen dienten Stimmgabeln und Zinnpfeifen. Über die Genauigkeit der Resultate kann keine direkte Angabe gemacht werden, da die Schärfe der Einstellung auf das Tonminimum sehr wesentlich

von der zufälligen Disposition abhing. Jedenfalls ist die Einstellung auf Tonminimum bei sehr hohen Tönen, zu deren Schwingungszahlbestimmung ich [1]) früher ebenfalls die Quinckesche Interferenzröhre benutzt habe, unvergleichlich viel schärfer, als bei tiefen Tönen, wo sich das Minimum bei einmaligem Versuch nur schwer auf Millimeter, geschweige denn auf Bruchteile von Millimetern genau einstellen lässt. Man thut bei tiefen Tönen am besten, die Stellen des beginnenden Wiederanschwellen des Tones zu beiden Seiten des Tonminimums aufzusuchen und dann das Mittel daraus als richtige Lage zu nehmen. Bei Anwendung sehr enger Röhren haben jedoch die tiefen Töne vor den hohen den Vorzug, dass sie weniger starke Dämpfung erleiden.[2])
Immerhin dürfte die Genauigkeit der Resultate, da jede Messung oft, bis 10 Mal, gemacht wurde, vielleicht 2 % betragen.

Die vorläufig erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen enthalten; v ist dabei auf 0^0 umgerechnet.

1. Glasröhren.

$$d = 1{,}01 \text{ mm} \begin{cases} n = 512 : v = 265 \text{ m}; & \text{daraus } \gamma = 0{,}0080 \text{ m} \\ n = 384 : v = 258 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0077 \text{ m} \end{cases}$$

$$d = 1{,}51 \text{ mm} \begin{cases} n = 512 : v = 290 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0075 \text{ m} \\ n = 484 : v = 282 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0079 \text{ m} \end{cases}$$

2. Messingröhren.

$$d = 0{,}99 \text{ mm} \begin{cases} n = 512 : v = 208 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0140 \text{ m} \\ n = 383 : v = 189 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0149 \text{ m} \end{cases}$$

$$d = 1{,}48 \text{ mm} \begin{cases} n = 512 : v = 253 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0140 \text{ m} \\ n = 384 : v = 230 \text{ m}; & \quad\text{,,}\quad \gamma = 0{,}0158 \text{ m} \end{cases}$$

3. Kautschukröhren.

$$d = 1{,}50 \text{ mm} \quad n = 512 \quad v = 195 \text{ m} \quad \gamma = 0{,}025.$$

Dass das Material der Röhre von wesentlichem Einfluss ist, ist in Übereinstimmung mit den Angaben von A. Seebeck, H. Schneebeli und J. Müller.

---

1) F. A. Schulze, Wied. Ann. **68**, p. 99; 1898.

2) Siehe hierzu v. Helmholtz: Wiss. Abh. **1**, p. 338.

Leider stiessen die Versuche, noch weiter in das besonders interessant erscheinende Gebiet noch engerer Röhren und noch tieferer Töne vorzudringen, auf Schwierigkeiten.

Es gelang nämlich einmal bisher noch nicht, den Schall durch Röhren von 0,5 mm lichter Weite überhaupt durchzusenden. Ferner fand sich bei tieferen Tönen eine merkwürdige Erscheinung, dass nämlich, wenn man die zu untersuchende Röhre immer kürzer und kürzer nahm, der Wert $\frac{l_1 - l_2}{L_1 - L_2}$ periodisch grösser und kleiner wurde, sodass ein bestimmter Wert für v nicht angebbar ist. Ob dies vielleicht davon herrührt, dass an den Verjüngungsstellen ausser der gewöhnlichen Schallbewegung noch eine reine Translation der Luftteilchen erfolgt, wie bei einem Fluss, dessen Bett sich schnell verengt, die Strömung plötzlich schneller wird und infolgedessen eine Art Stoss auf die Luft ausgeübt wird, der die spätere Bewegung wie bei einer Explosionswelle modificiert, vermag ich noch nicht anzugeben. Vielleicht spielt auch die Elasticität der Wände eine Rolle, da die Erscheinung bei Kautschuk besonders stark auftritt.

Dass an der Verjüngungsstelle der Schall enorm schnell läuft, geht aus den Versuchen selbst hervor, da bei sehr kurzen Rohrstücken bis zu einer Länge von etwa 3 cm die Einstellung auf das Tonminimum dieselbe war, unabhängig von der Länge des eingesetzten Rohrstückchens. Weitere Versuche müssen die Erscheinung noch aufklären. Es sei noch bemerkt, dass sich die angegebene Methode zur Bestimmung von Schallgeschwindigkeiten immer da eignen würde, wo es nicht möglich ist, die gegebenen Bedingungen auf sehr weite Strecken hin zu schaffen, also wenn man z. B. die Schallgeschwindigkeit tiefer Töne in Gasen bei der Temperatur der flüssigen Luft messen wollte, wo es nicht gut anginge, die ganze Quinckesche Interferenzröhre in flüssige Luft zu bringen.

In derselben Sitzung theilte Herr Feussner die folgenden **zwei elektrostatischen Sätze** mit:

I. Wenn bei denselben unendlich kleinen Aenderungen der Potentiale der Leiter eines beliebigen Leitersystems einmal die Elektricitätsmenge, ein andermal die Lage jedes Leiters unverändert gelassen wird, so ist im zweiten Falle die Aenderung der potentiellen Energie des Systems doppelt so gross wie im ersten und von gleichem Vorzeichen.

II. Wenn bei denselben unendlich kleinen Aenderungen der Elektricitätsmengen der Leiter einmal das Potential, ein andermal die Lage jedes Leiters unverändert gelassen wird, so ist im zweiten Falle die Aenderung der potentiellen Energie des Systems doppelt so gross wie im ersten und von gleichem Vorzeichen.

Aufgelegte Schriften:

The American Naturalist. 37. Bd. No. 437.
Chicago, Mai 1903.

Annales de la société géologique de Belgique. XVII. Bd.
Bulletin Liége 1890.

Archives du Musée Teyler. II. Ser. VIII. Bd. 3. Theil.
Haarlem 1903.

Atti della reale Accademia dei Lincei anno 1903. V. Ser. XII. Bd. 12. fasc. (1. Sem.). Roma 1903.

Fünfter Bericht u. Abhdlg. des Clubs f. Naturkunde für 1902/3.
Brünn 1903.

Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. 39. Bd. No. 6/7. Cambridge Mass. Juli 1903.

Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. 42. Bd. (Geolog. Series. VI. Bd. No. 2).
Cambridge Mass. Juni 1903.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Petersbourg. V. Ser. XVI. Bd. No. 4/5. St. Petersbourg 1902.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Petersbourg. V. Ser. XVII. Bd. No. 1/4. St. Petersbourg 1902.

Helios. Organ des naturw. Vereins des Regbez. Frankfurt a. O. 20. Bd. Berlin 1903.

Journal of the Elisha Mitchell scientific Society. XIX. Bd. 1/2. Chapel Hill N. C. 1903.

Leopoldina. 39. Heft. No. 6. Halle a. S., Juni 1903.

Observations made at the royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia. 24. Bd. 1901. 4⁰. Batavia 1903.

Bulletin of the New-York Public Library. Juli 1903. Bd. VII. No. 7.

Annales de la société géologique de Belgique. Bd. 16. Bulletin Liège 1890 (nachgeliefert!).

Maps to accompany annual report (new series). Vol. XII. 1899. (Geol. Survey of Canada).

Ausgegeben am 15. August 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 8 **November** **1903**

In der ordentlichen Sitzung vom 10. November 1903 sprach Herr F. Schenck:

Über die Regulation der Atmung durch den Lungenvagus.

Die Atembewegungen erfolgen bekanntlich so, dass abwechselnd durch Contraction von Muskeln, der Inspirationsmuskeln, die Lungen erweitert werden und dabei Luft einsaugen, und dass danach unter Nachlass der Contraction der Inspirationsmuskeln die gedehnten Thorax- und Lungenwände sich wieder zusammenziehen und die Luft aus den Lungen wieder ausstossen. Die Exspirationsmuskeln sind also bei der gewöhnlichen ruhigen Exspiration fast gar nicht beteiligt; erst bei angestrengter tiefer Exspiration treten sie in Tätigkeit.

Die Inspirationsmuskeln werden zu ihrer Contraction veranlasst von dem im verlängerten Marke gelegenen Inspirationscentrum aus, dessen rhythmische Erregung um so grösser ist, je geringer der Sauerstoffvorrat und je grösser die Kohlensäureanhäufung im Körper ist. Die Erregungsgrösse des Centrums hängt also in zweckmässiger Weise von dem jeweiligen Atembedürfnis ab.

Für eine zweckmässige Function des Ateminnervationsapparates ist es aber erforderlich, dass die Erregungsgrösse des Centrums nicht nur von dem inneren Atembedürfnis abhängig ist, sondern auch von dem Grade der Lungenerweiterung bei der Inspiration aus folgendem Grunde:

Die Stärke und Dauer des einzelnen Inspirationszuges muss angepasst sein der Geschwindigkeit, mit der die Luft in die Lungen einströmt, mithin auch die Lungen sicher erweitern. Wenn, etwa in Folge eines mechanischen Hindernisses in den Zuleitungswegen, die Luft nur langsam in die Lungen einstreichen kann, die Lungen sich also auch nur langsam erweitern können, dann ist zur genügenden Zufuhr von Luft in die Lungen ein längerer und stärkerer Inspirationszug nötig, als bei ungehindertem Durchgang der Luft.

Das ist auch tatsächlich der Fall, es beruht auf folgender Einrichtung des Ateminnervationsapparates: Das Inspirationscentrum ist gewöhnlich mit soviel Inspirationsenergie, wie wir zu sagen pflegen, ausgerüstet, dass es im Stande ist einen starken und langen Inspirationszug auszuführen und es führt diesen auch aus, wenn die Lungenerweiterung langsam erfolgt. Kommt dagegen die Lungenerweiterung schnell zu stande, so wird die Inspirationsenergie nicht ganz verausgabt, die Inspirationsmuskulatur also nicht unnötiger Weise angestrengt, weil von der gedehnten Lunge aus eine Hemmung der Erregung des Inspirationscentrums erfolgt, durch welche der Inspirationszug abgekürzt wird. Diese Hemmung wird vermittelt durch centripetale im Vagus verlaufende Nervenfasern, deren Endigungen in der Lunge mechanisch durch die Dehnung der Lungenwand erregt werden. Der Nachweis solcher inspirationshemmender Lungenvagusfasern, die durch Lungendehnung erregt werden, ist erbracht von Hering und Breuer, welche beobachteten, dass nach künstlich hervorgebrachter starker Lungenaufblasung diese Fasern so stark erregt werden, dass ein oft minutenlang dauernder Stillstand der Atmung in Exspirationsstellung eintritt.

Nun haben Hering und Breuer auch den Einfluss der Lungenverkleinerung, die künstlich durch Aussaugen von Luft aus den Lungen bewirkt wurde, untersucht und gefunden, dass danach nicht eine inspirationshemmende, sondern im Gegenteil eine exspirationshemmende Wirkung erzielt wurde. Auf Grund dieser Beobachtungen hatte sich die Lehre ausgebildet, dass im Vagus zweierlei Arten von atemregulirenden Fasern enthalten seien: inspirationshemmende oder exspiratorisch wirksame, die durch die inspiratorische Lungenerweiterung, und exspirationshemmende oder inspiratorisch wirksame, die durch die exspiratorische Lungenverkleinerung erregt würden.

Die Existenz inspiratorisch wirksamer Vagusfasern ist aber später geleugnet worden. Lewandowski hat darauf aufmerksam gemacht, dass keine der bekannten Tatsachen zur Annahme inspiratorisch wirksamer Vagusfasern zwingt, dass vielmehr alle die inspiratorischen Wirkungen, die tatsächlich beobachtet wurden, auch durch den Fortfall der Erregung inspirationshemmender Fasern erklärt werden könnten.

Meine Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage, ob der Vagus inspiratorisch wirksame Fasern enthält oder nicht.

Die Versuche wurden an Kaninchen angestellt, die mit Chloral schwach betäubt waren. Eine in die Trachea eingefügte Kanüle wurde verbunden durch ein *T*-rohr und Gummischläuche mit einem Gummimanometer; der dritte Schenkel des *T*-rohres wurde zunächst noch offen gelassen und erst jedesmal wenn die Atemregistrirung erfolgen sollte, für einige Secunden verschlossen. War der Verschluss hergestellt, so war der Atemapparat des Tieres nach aussen hin ganz abgeschlossen; bei der nun folgenden Atemanstrengung konnte nicht mehr eine erhebliche Erweiterung oder Verengerung der Lungen erfolgen, weil die Leitung zum Manometer und das Manometer selbst nicht genügend nachgiebig waren und auch zu wenig Luft enthielten. Die Atemanstrengungen machten sich alsdann geltend in Druckverminderungen oder -vermehrungen, die von dem Manometer aufgezeichnet wurden.

Der Verschluss wurde vorgenommen in einem Momente, wo das Tier gerade die Exspirationsstellung inne hatte, und nun wurden bei der so fixirten Exspirationsstellung die Atemanstrengungen registrirt einmal vor, das andere Mal nach Vagusausschaltung. Die Vagusausschaltung wurde in den ersten Versuchen vorgenommen dadurch, dass die Vagi beiderseits durchschnitten wurden, später wurde immer ein Verfahren zur reizlosen Ausschaltung der Vagi angewendet, sei es, dass die Nerven abgekühlt wurden, oder dass durch Durchleitung eines absteigend gerichteten electrischen Stromes eine anelectrotonische Aufhebung der Leitungsfähigkeit bewirkt wurde.[1])

Falls es nun inspiratorisch wirksame Vagusfasern gäbe, die schon bei gewöhnlicher Exspirationsstellung der Lungen erregt sein würden, dann war zu erwarten, dass die Wirkung dieser Fasern in unseren Versuchen vor Vagusausschaltung sich geltend machte in einer Neigung zu starken und langen Inspirationsanstrengungen, die während der Vagusausschaltung nicht mehr zu erhalten waren. Tatsächlich wurde aber gerade das Gegenteil beobachtet, bei Vagusausschaltung war die Neigung zu verstärkten und verlängerten Inspirationen grösser, als bei erhaltener Leitfähigkeit der Vagi. Diese Beobachtung zwingt zu dem Schlusse, dass bei der gewöhnlichen Exspiration inspiratorisch wirksame Vagusfasern nicht nur nicht erregt werden, sondern dass noch nicht einmal die Erregung der inspirationshemmenden Vagusfasern ganz aufgehört hat.

Es war nun aber noch die Möglichkeit vorhanden, dass es inspiratorisch wirksame Vagusfasern gäbe, die erst bei tieferer Exspirationsstellung erregt würden. Zur Entscheidung dieser Frage wurden die Versuche ähnlich den früheren ausgeführt, nur wurden die Lungen nicht bei gewöhnlicher Exspirations-

---

1) Bei der Durchleitung des Stromes wurde, um störende Stromschleifen durch den Körper des Tieres zu vermeiden, die freigelegte Nervenstrecke auf drei Elektroden aufgelegt, von denen die mittelste zur Kathode gemacht wurde, während die obere und untere mit dem positiven Pol der Stromquelle verknüpft waren.

stellung fixirt gehalten, sondern bei künstlich durch Aussaugen von Luft verstärkter Exspirationsstellung. In diesen Versuchen ergab sich, dass die Atmung vor der Vagusausschaltung stärker inspiratorischen Character hat, als während der Vagusausschaltung.

Meine Versuchsergebnisse lassen sich also zusammenfassen in den Satz: Es giebt inspiratorisch wirksame Lungenvagusfasern, die aber nicht schon bei gewöhnlicher Exspirationsstellung, sondern erst bei sehr vertiefter Exspiration erregt werden.

Dass die inspiratorisch wirksamen Vagusfasern erst bei so tiefer Exspiration erregt werden, ist übrigens teleologisch verständlich. Die Lungenvagusfasern, exspiratorische sowohl, wie inspiratorische, haben den Zweck, die Atemmuskeln vor unnötiger Anstrengung zu schützen, indem sie die Inspirationen, resp. Exspirationen abkürzen, sobald weitere Anstrengungen der Muskeln für die Zwecke des Atmens unnötig geworden sind. Nun sind die Exspirationsmuskeln bei gewöhnlicher Exspirationsstellung nicht erregt, sie brauchen also auch nicht vor Anstrengung geschützt zu sein. Erst wenn sie stark angestrengt werden, so dass es zu vertiefter Exspiration kommt, tritt die Hemmungsvorrichtung zweckmässig in's Spiel.

Merkwürdig und teleologisch unverständlich könnte es auf den ersten Blick hin erscheinen, dass die inspirationshemmenden Vagusfasern sogar noch bei gewöhnlicher Exspirationsstellung erregt sind. Zur Erklärung dieses Factums mag erstens einmal darauf hingewiesen werden, dass in unseren Versuchen streng genommen eine Fixation der Lungen genau in Exspirationsstellung nicht statt gehabt hat, da ja durch die Inspirationsanstrengung eine wenn auch sehr geringe Lungendehnung wegen der Nachgiebigkeit der Luft in den Lungen bewirkt wurde, und diese Lungendehnung könnte Schuld an der Erregung der inspirationshemmenden Fasern sein. Aber falls dies zur Erklärung nicht hinreichen sollte, so schwindet doch das Rätselhafte der Erscheinung, wenn man Folgendes bedenkt. Das Moment, welches für die Erregung der inspirationshemmenden Fasern maassgebend

ist, nämlich die Dehnung der Lungenwand, ist auch bei gewöhnlicher Exspirationsstellung noch vorhanden — der negative Druck, der im Thorax herrscht, beweist dies. Nun würde es sehr schwer zu verstehen sein, welche Einrichtung in unserem Atemapparat getroffen sein müsste, damit der Grad der Lungendehnung, der zur Erregung der inspirationshemmenden Fasern gerade notwendig ist, und der Grad der Lungendehnung, der in Exspirationsstellung vorhanden ist, in bestimmter Weise von einander abhängig wären. Es würde daher viel wunderbarer sein, wenn jene von einander unabhängigen beiden Grade der Lungendehnung genau gleich wären, als wenn sie um ein Weniges von einander verschieden wären, derart, dass der für die Erregung notwendige Grad schon bei etwas kleinerem Lungenvolum vorhanden wäre, als der gewöhnlichen Exspirationsstellung entspricht.

In derselben Sitzung sprach Herr J. Seemann:

Über den Einfluss von Spannungsänderungen auf den Verlauf der Muskelzuckung.

Man hatte ursprünglich erwartet, aus der Verschiedenheit der elastischen Eigenschaften des thätigen und des ruhenden Muskels heraus die Muskelthätigkeit einer mechanischen Analyse oder gar einer physikalischen Erklärung zugänglich zu machen (Weber). Darum hatten die Veränderungen, welche man an dem mechanischen Effekt der Muskelwirkung hervorrufen kann durch Veränderung der Belastung, zunächst das Interesse der Forscher angezogen.

Wenn darin auch die Hoffnungen getäuscht wurden, so war der Erfolg dieser Untersuchungen doch äusserst wichtig. Sie haben zu dem Ergebnis geführt, dass der Übergang des Muskels aus dem ruhenden in den thätigen Zustand nicht einfach nach dem Weber'schen Schema zu erklären ist, dass vielmehr keine allgemeine Gleichung besteht zwischen Zeit, Länge und Spannung

des Muskels (Fick) oder mit anderen Worten, dass die Belastung den Contraktionsakt selbst in seinem Entstehen und in seiner Entwicklung beeinflusst (v. Kries).

Seitdem hat die Frage nach dem Einfluss der Belastung des Muskels auf seine Thätigkeit eine wesentlich tiefere Bedeutung gewonnen, weil damit ein Weg gewiesen ist, dem Verständnis des Wesens der Contraktion näher zu kommen, und es erscheint als ein Fehler der neuerdings auftretenden Contraktionshypothesen (Bernstein, Üxküll), wenn sie es ablehnen, die hier gefundenen Thatsachen zu berücksichtigen und zu erklären.

Die Wirkung der Belastung auf den Muskelprozess ist im grossen und ganzen eine fördernde: Mit der Belastung steigt die Grösse der Arbeitsleistung; nicht nur dass, allerdings innerhalb gewisser Grenzen, die überhaupt entwickelte Energie mit der Belastung oder Spannung wächst (Heidenhain), auch das Verhältnis von der als Arbeit nutzbar gemachten Energie zu der als Wärme verloren gehenden wird für die Arbeit günstiger bei grösserer Last (Fick). Ausser solchen „fördernden“ Einflüssen hat die Belastung aber auch eine „hemmende“ Wirkung auf den Verkürzungsvorgang. Für den Fall der gestatteten Verkürzung ist ein Teil, aber nur ein Bruchteil, einfach physicalisch zu erklären; einen andern Teil der Wirkung denkt sich Schenck durch Beschleunigung des zweiten Muskelprozesses zu stande kommen. Da der zweite Muskelprozess zur Erschlaffung führen soll, würde hierin ebenfalls eine Förderung des ganzen Contraktionsvorganges zu erblicken sein, und in dieser Deutung erschiene die Wirkung der Spannung einheitlicher.

Gegen diesen Schenck'schen Schluss sind mehrere Einwände (Gad, Blix) erhoben worden; da die demselben zu Grunde liegenden Untersuchungen unter isotonischen Bedingungen angestellt waren, erschien eine Nachprüfung und Erweiterung der Versuche mit Hülfe des isometrischen Verfahrens erwünscht.

Das Ergebnis der zu diesem Zweck angestellten Versuche ist, in Kürze, folgendes:

1. Wenn während einer isometrischen Zuckung an verschiedenen Momenten des Zuckungsverlaufes der Muskel eine plötzlich eintretende, kurz dauernde vorübergehende Dehnung erfährt, so sinkt in dem Augenblick die durch die Contraktion entwickelte Spannung um ein Beträchtliches, und zwar um so mehr, je später die Dehnung erfolgt.

2. Dieselbe Erscheinung tritt ein, wenn der Muskel eine während der Zuckung plötzlich eintretende, aber bis zum Schluss derselben dauernde Dehnung erfährt.

Damit ist unzweideutig bewiesen, dass durch diese plötzliche Anspannung, und nicht etwa durch die auf dieselbe im Fall 1 folgende Entspannung, ein sich während der Zuckung nach und nach entwickelnder Vorgang, der sogen. 2. Muskelprozess, beeinflusst und zwar beschleunigt wird.

3. Es hat nun allerdings auch die Entlastung, welche plötzlich während der Zuckung einsetzt, den gleichen Einfluss auf den Verlauf der Spannungskurve.

4. Verzögernd auf den Erschlaffungsprozess wirkt nach Schenck ein während der Zuckung erfolgender zweiter Reiz. Es müsste also zwischen Anspannung oder Entlastung einerseits und einem Reiz andererseits ein Antagonismus bestehen, der sich in der That bei Spannungsänderungen im Verlaufe von summierten Zuckungen gezeigt hat.

Bezüglich der Deutung der Befunde erscheint es zunächst befremdlich, dass sowohl Spannungsvermehrung als Spannungsverminderung, in physikalischem Sinne also entgegengesetzt aufzufassende Eingriffe, den gleichen physiologischen Effekt haben. Da nun, wie bekannt, die Wirkungen nicht als einfach physikalische anzusehen sind, und da die Wirkungen beider Arten von Eingriffen in etwa gleichem Grade die Contraktion stören, muss in diesen plötzlichen Spannungsänderungen ein gemeinsames Moment stecken, welches die Ursache ihrer physiologischen Wirkung ist; und zwar könnte hierfür herangezogen werden:

a) die Plötzlichkeit des Eintretens.

Es hat sich in daraufhin angestellten Versuchen gezeigt, dass der Grad der Wirkung wenig abhängt von dem Betrage der Anderung; dagegen wird der Effekt um so geringer, je weniger plötzlich die Dehnung erfolgt.

b) Die Änderung, zumal die Abnahme der Spannung, hat Änderungen des Regimes zur Folge.

Einen Gegensatz zwischen den beiden Leistungsarten des Muskels, Spannungsentwicklung oder Verkürzung, anzunehmen (Üxküll), besteht nicht nur kein Grund, sondern eine solche Vorstellung verstösst gegen physikalische Grundgesetze.

Dass aber ein Wechsel in der Beanspruchung des Muskels einen störenden Einfluss ausübt auf seine mechanische Äusserung-dafür sprechen manche Thatsachen: Die v. Kries'schen Er, fahrungen bei Wechselzuckungen, sowie die Resultate der Zuckungen mit Anfangshemmung (v. Kries, Schenck), ferner das Missverhältnis zwischen Wärmeentwicklung und mechanischer Leistung bei isometrischen Zuckungen und solchen mit Anfangshemmung und Schleuderzuckungen (Fick, Schenck).

Inwieweit die hier angedeutete Mutmassung zu Recht besteht, und inwieweit sie für die mitgeteilten Versuche zur Erklärung herangezogen werden muss, darüber werden vielleicht myothermische Versuche, welche im Gange sind, Aufschluss geben.

Unter den bekannten Hypothesen der Contraktion passt zu den mitgeteilten Ergebnissen am besten die Fick-Pflüger'sche Anschauung, dass die locker gefügte Atomreihe des labilen lebendigen Moleküls sich durch die Verbrennung anspannt und evtl. verkürzt. Bei einem solchen Mechanismus kann sowohl plötzliche Anspannung der lockeren, als plötzliche Entspannung der gespannten Kette ein Zerspringen derselben in einzelne Bruchstücke bewirken, die geordneten Molekularkräfte in Unordnung bringen.

In derselben Sitzung sprach Herr W. Feussner:

Ueber ein Verfahren zur Dickenbestimmung keilförmiger Schichten durch Interferenzstreifen.

Es giebt Fälle, wo das unmittelbare Verfahren der Dickenbestimmung mit dem Sphärometer oder ähnlichen Instrumenten, welches man bei festen Körpern bis zur Genauigkeitsgrenze von einem Tausendstel Millimeter wohl immer bevorzugen wird, versagt oder mit grösseren Umständlichkeiten verknüpft ist. Besonders wird das bei Luft- oder Flüssigkeitsschichten zwischen zwei ebenen Flächen der Fall sein. Lassen sich durch eine solche Schicht Interferenzstreifen erzeugen, so kann man diese zur Bestimmung der Dicke benutzen.

Bei der Ausbildung des bekannteu Fizeau'schen Verfahrens, wie es in den Messungen von Benoît u. A. und besonders in dem Abbe'schen Dilatometer zur Anwendung gekommen ist, wird die Entfernung einer oder mehrerer Marken von benachbarten Interferenzstreifen beobachtet, die nacheinander durch verschiedene einfarbige Lichtquellen erzeugt werden. Daraus und aus den bekannten Wellenlängen der benutzten Lichtarten ergibt sich die Ordnungszahl dieser Streifen und mit Hülfe des Brechungsexponenten der Schicht ihre Dicke. Auf diese Weise kann eine viel grössere Genauigkeit als mit dem Sphärometer erreicht werden, aber es sind feine Instrumente, sehr sorgfältige Beobachtungen und besondere Vorbereitung des zu beobachtenden Gegenstands nöthig.

Das Verfahren, das ich hier besprechen will, kann keinen Anspruch auf so grosse Genauigkeit machen, aber es ist mit viel einfacheren Hülfsmitteln und häufig unter Umständen ausführbar, wo andere Wege versagen. Es beruht auf der Formel, welche ich für die Richtung der Streifen keilförmiger Blättchen angegeben habe[1]). Nennen wir „Einfallsebene" die durch die

1) W. Feussner, Sitzungsberichte der Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg 1880. S. 21. — Wiedem. Ann. 14, S. 558. 1881. — Handbuch der Physik herausg. v. Winkelmann, 1. Aufl., Bd. II, 1. S. 570.

Axe des auf das Blättchen gerichteten Beobachtungsinstruments (Linse mit Schirm oder Auge) und die Normale auf die Vorderfläche des Blättchens bestimmte Ebene, ψ den Winkel der Interferenzstreifen auf dem Schirm oder der Netzhaut des Auges mit der Einfallsebene, positiv gerechnet im Sinn einer Drehung von der Linken zur Rechten um die von dem Blättchen zur Linse gehende Axe, b die Entfernung der Linse (oder des Auges) vom Blättchen, α den Winkel zwischen Blättchennormale und Linsenaxe, n den Brechungsexponent der Masse des Blättchens, ϑ den Neigungswinkel seiner beiden Flächen gegen einander, φ den Winkel, welchen die Ebene dieses Neigungswinkels mit der Einfallsebene bildet, positiv gerechnet in dem gleichen Drehungssinn wie vorhin, endlich D die Dicke des Blättchens an der Stelle, wo die Linsenaxe es trifft, dann lautet die a. a. O. für den Fall einer breiten, die zu den Schirmpunkten gelangenden Lichtkegel ausfüllenden Lichtquelle abgeleitete Formel:

$$(1) \qquad \operatorname{tg} \psi = \frac{\sin 2\alpha}{2\,(n^2 - \sin^2\alpha)\, b \sin \varphi} \cdot \frac{D}{\vartheta} - \frac{\cos \varphi}{\cos \alpha \sin \varphi}$$

Das hierin vorkommende Brechungsverhältniss n setzen wir als durch irgend eine der bekannten Methoden gefunden voraus; durch Beobachtung der Interferenzstreifen ist es dann leicht, zunächst den Neigungswinkel ϑ mit grosser Schärfe zu bestimmen. Zählt man bei senkrechter Betrachtung der Schicht die in der Länge l enthaltene Anzahl p der Streifen ab, so ist bekanntlich

$$(2) \qquad \vartheta = \frac{p\lambda}{2nl},$$

wo λ die Wellenlänge des angewandten Lichts im leeren Raum bedeutet.

Die Bestimmung der Dicke D gestaltet sich nun folgendermassen. Bei der senkrechten Betrachtung der Schicht bezeichnet man genau die Richtung der Streifen, die in diesem Fall auch die der Keilkante ist, also senkrecht auf der Ebene des Neigungswinkels ϑ steht. Diese Richtung bringt man in die Einfalls-

ebene, nachdem man, wenn mit blosem Auge beobachtet werden soll, die Stellung desselben durch ein Diaphragma festgelegt hat. Dann ist $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$, je nachdem die Keilkante links oder rechts vom Beobachter liegt. Nehmen wir das erstere an, so liefert die Gleichung (1), deren zweites Glied verschwindet:

$$D = 2 b \vartheta \frac{n^2 - \sin^2\alpha}{\sin 2\alpha} \,.\, \text{tg}\ \psi \tag{3}$$

und wenn die dünne Schicht aus Luft besteht:

$$D = b \vartheta \text{ cotg } \alpha \,.\, \text{tg } \psi. \tag{3a}$$

Die Grössen b und α können durch Messungen an dem aufgestellten Apparate mit genügender Genauigkeit ermittelt werden, der Winkel ψ, der die Abweichung der Streifen von der Einfallsebene misst, durch einen drehbaren, den Streifen parallel zu stellenden Faden, welcher an dem Beobachtungsinstrument oder in deutlicher Sehweite vor dem Auge angebracht ist, und dessen Drehung an einer Kreistheilung mit Nonien abgelesen wird.

Unter Umständen kann es empfehlenswerth sein, den drehbaren Faden nicht an dem Schirm (der Bildebene) oder vor dem Auge senkrecht zur Gesichtslinie, sondern unmittelbar vor der dünnen Schicht, sodass er parallel zu ihr gedreht werden kann, anzubringen. Ist ψ' die dann erforderliche Drehung, so findet man leicht, dass

$$\text{tg } \psi' = \text{tg } \psi \,.\, \cos \alpha$$

ist, womit die Gleichung (3) in

$$D = b \vartheta \frac{n^2 - \sin^2\alpha}{\sin\alpha \cos^2\alpha} \text{ tg } \psi' \tag{4}$$

und (3a) in

$$D = b \vartheta \frac{\text{tg } \psi'}{\sin \alpha} \tag{4a}$$

übergeht.

Die beste Anordnung der Messungen und die zu erwartende Genauigkeit lässt sich aus den aufgestellten Formeln ohne

Schwierigkeit ableiten. Sie ist natürlich je nach den Umständen verschieden. Nehmen wir z. B. an, dass es sich um eine dünne Luftschicht zwischen zwei ebenen Glasplatten von etwa 4 cm Länge handele, und dass die Länge l, welche die abgezählten Streifen einnehmen, auf ein Zwanzigstel Millimeter genau bestimmt sei, so kann die Genauigkeit der Bestimmung von ϑ nach Formel (2) auf etwa 0,1 Procent angenommen werden. Eine gleiche Genauigkeit kann ohne wesentliche Schwierigkeit auch bei der Messung von b erreicht werden. Für α und ψ betrage der zu erwartende Messungsfehler etwa 3 Minuten, dann wird der hiervon abhängige Theil des procentischen Fehlers von D bei der Anordnung, auf welche sich Gleichung (3a) bezieht:

$$0{,}087\sqrt{\frac{1}{\sin^2\alpha\ \cos^2\alpha}+\frac{1}{\sin^2\psi\ \cos^2\psi}}.$$

Dieser Ausdruck geht durch Elimination von ψ mit Hülfe Gleich. (3a) über in:

$$0{,}087\sqrt{4+\frac{b^2\vartheta^2:D^2+1}{\operatorname{tg}^2\alpha}+\left(\frac{D^2}{b^2\vartheta^2}+1\right)\operatorname{tg}^2\alpha.}$$

Das wird ein Minimum für

$$\operatorname{tg}\alpha=\sqrt{\frac{b\vartheta}{D}}$$

nämlich

$$0.087\sqrt{4+2\left(\frac{b\vartheta}{D}+\frac{D}{b\vartheta}\right)}$$

und dies wiederum wird am kleinsten für

$$b=\frac{D}{\vartheta}.$$

Die grösste Genauigkeit wird demnach bei dieser Anordnung erreicht, wenn man die Linse des Beobachtungsinstruments oder das Auge in eine Entfernung gleich der der Keilkante vom Blättchen bringt und unter einem Einfallswinkel von 45° beobachtet. Der von den Fehlern der Winkelmessungen abhängige

Fehler der Dickenbestimmung beträgt bei den gemachten Annahmen etwa 0,24 Procent und der Gesammtfehler unter Berücksichtigung derer von ϑ und b etwa 0,28 Procent. In andern Fällen kann man unter Anwendung der entsprechenden der Formeln (3), (3a), (4) oder (4a) in derselben Weise verfahren und bekommt ähnliche, wenn auch meist nicht so einfache Resultate. Ein zu solchen Beobachtungen und zu anderen Messungen an Interferenzstreifen geeignetes Instrument ist in Vorbereitung.

In derselben Sitzung sprach Herr F. A. Schulze:

Über eine einfache Methode zur Bestimmung der Elasticitätskonstanten.

Auf Grund der von M. de Saint-Vénant [1]) gegebenen Theorie der Deformationsgrössen bei der Torsion von Stäben mit beliebigem Querschnitt lässt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Torsionsschwingungen berechnen.

Der Querschnitt des Stabes sei ein Rechteck mit den Kantenlängen 2b und 2c. Der Elasticitätsmodul sei mit E, das Verhältnis von Querkontraktion zur Längsdehnung mit μ, ferner das Verhältnis der Kantenlängen $\frac{2b}{2c}$ mit v, die Dichte des Stabes mit d bezeichnet. Dann ergiebt sich für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit a von Torsionsschwingungen:

$$a = \sqrt{\frac{E}{2(1+\mu)\cdot d}} \sqrt{\frac{3}{4(1+v^2)}}\, v \left\{ \frac{16}{3} - \left(\frac{4}{\pi}\right)^5 v \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^5} \frac{e^{\frac{2n-1}{2v}\pi} - e^{-\frac{2n-1}{2v}\pi}}{e^{\frac{2n-1}{2v}\pi} + e^{-\frac{2n-1}{2v}\pi}} \right\}$$

1) M. de Saint-Vénant, Mém. présentés par div. savants. Tome XIV. p. 233—560. 1856.

Ist v klein, also der Stab dünn, so wird

$$a = \sqrt{\frac{E}{2(1+\mu)d}\,\frac{2v}{\sqrt{1+v^2}}}\sqrt{1 - 0{,}630249\,v}$$

Demnach giebt ein dünner Stab von der Länge l, dessen eines Ende fest, dessen anderes frei ist, die Torsionstöne:

$$N_{\text{tors.}} = \frac{2n-l}{4l}\sqrt{\frac{E}{2d(1+\mu)}}\,2v\sqrt{\frac{1-0{,}630249\,v}{1+v^2}}$$

Derselbe Stab giebt die Transversal-(Biegungs)töne:

$N_{\text{transv.}} = \frac{2\varepsilon^2\pi c}{\sqrt{3}\,4l^2}\sqrt{\frac{E}{d}}$, wo ε der Reihe nach die Werte hat:

$$\varepsilon = 0{,}59686;\ 1{,}49418;\ 2{,}50025;\ 3{,}4999\ \ldots\ldots\ \frac{2n-1}{2}$$

Man kann also E und μ messen, indem man $N_{\text{tors.}}$ und $N_{\text{transv.}}$ bestimmt. Kommt es nur auf die Bestimmung von μ an, so kann man entweder das Intervall $\frac{N_{\text{tors.}}}{N_{\text{transv.}}}$ für dieselbe Länge des Stabes beobachten; es ist, wenn B die Breite des Stabes bedeutet:

$$\mu = 0{,}60793\,\frac{(2n-1)^2}{\varepsilon^4}\,\frac{l^2}{B}\left(\frac{N_{\text{transv.}}}{N_{\text{tors.}}}\right)^2\cdot\frac{1-0{,}630249\,v}{1+v^3} - 1.$$

Oder aber man bestimmt die Längen $l_{\text{tr.}}$ und $l_{\text{to.}}$ des Stabes, bei denen der Transversalton gleich dem Torsionston ist. In diesem Fall ist

$$\mu = \frac{0{,}60793}{\varepsilon^4}\,\frac{(2n-1)^2}{B^2}\,\frac{l_{\text{tr.}}^4}{l_{\text{to.}}^2}\,\frac{1-0{,}630249\cdot v}{1+v^2} - 1$$

Nach diesem letzteren Verfahren sind die Elasticitätskonstanten für eine Anzahl Stäbe bestimmt. Die Ergebnisse sind folgende: (h bedeutet die Höhe des Stabes).

Stahlstab Nr. 1.

$h = 0{,}152$ cm $\quad B = 0{,}995$ cm $\quad d = 7{,}801$.

1. Torsionston = 1024 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 22{,}30$ cm.

3. Transversalton = 1024 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 14{,}55$ cm.

Daraus $E = 18952 \frac{\text{kg Gew.}}{\text{mm}^2}$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 8106 \frac{\text{kg Gew.}}{\text{mm}^2}$; $\mu = 0{,}169$.

1. Torsionston = 896 bei $l_{\text{tors.}} = 25{,}55$ cm.

3. Transversalton = 896 bei $l_{\text{transv.}} = 15{,}40$ cm.

Daraus $E = 19142$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 8111$; $\mu = 0{,}180$.

Stahlstab Nr. 2.

$h = 0{,}199$ cm $B = 0{,}998$ cm $d = 7{,}800$.

1. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 14{,}25$ cm.

3. Transversalton = 2048 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 11{,}69$ cm.

Daraus $E = 19110$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 8084$; $\mu = 0{,}182$.

1. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 14{,}25$ cm.

3. Transversalton = 1024 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 16{,}60$ cm.

Daraus $E = 19220$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 8084$; $\mu = 0{,}189$.

Stahlstab Nr. 3.

$h = 0{,}100$ cm $B = 1{,}00$ cm $d = 7{,}798$.

1. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 7{,}40$ oder = 1024 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 14{,}80$ cm.

3. Transversalton = 1024 bei $l_{\text{transv.}} = 11{,}65$ cm.

Daraus $E = 19120$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 7873$; $\mu = 0{,}220$.

Wismut.

$h = 0{,}200$ cm $B = 0{,}999$ cm $d = 9{,}90$.

1. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 10{,}00$ cm = 1024 bei $l_{\text{tors.}} = 20{,}00$ cm.

2. Transversalton = 1024 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 8{,}09$ cm.

Daraus $E = 3293$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 1372$; $\mu = 0{,}200$.

Messing.

$h = 0{,}195$ cm $\quad B = 0{,}995$ cm $\quad d = 8{,}300.$

1\. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 9{,}38$ cm.

3\. Transversalton = 2048 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 9{,}42$ cm.

Daraus $E = 9308; \quad \frac{E}{2(1+\mu)} = 3908; \quad \mu = 0{,}191.$

Glas.

$h = 0{,}165$ cm $\quad B = 1{,}005$ cm $\quad d = 2{,}500.$

1\. Torsionston = 2048 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 13{,}30$ cm.

2\. Transversalton = 2048 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 7{,}15$ cm.

Daraus $E = 7722; \quad \frac{E}{2(1+\mu)} = 3191; \quad \mu = 0{,}210.$

Ebonit.

$h = 0{,}200$ cm $\quad B = 1{,}00$ cm $\quad d = 0{,}8316.$

1\. Torsionston = 1024 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 9{,}00$ cm.

3\. Transversalton = 1024 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 9{,}45$ cm.

Daraus $E = 2087; \quad \frac{E}{2(1+\mu)} = 849; \quad \mu = 0{,}299.$

Die Genauigkeit der einzelnen Messung ist für E und $\frac{E}{2(1+\mu)}$ etwa $^1/_4$ %, für μ etwa 5 %.

Man kann auch Torsionsschwingungen beliebiger Ordnung auf den Stäben erhalten durch Übertragung der Schwingung einer Meldeschen Stimmplatte auf den Stab, genau in derselben Weise wie Melde[1]) die Transversalschwingungen erzeugt hat. Die Sandfigur, die bei den Torsionsschwingungen auf den Stäben entsteht, besteht in den der Endfläche parallelen Knotenlinien, an denen sich der Sand in Form zierlicher kleiner Vierecke mit leicht geschweifter Kante ansammelt, und ferner in haarscharfen graden Linien auf der Mitte der Oberfläche parallel der Torsionsaxe. Natürlich muss man die Länge des Stabes entsprechend

---

1) F. Melde, Wied. Ann. **52**, p. 238—261, 1894; **66**, p. 767—780, 1898.

wählen und das die Schwingung übertragende Korkstückchen nicht genau auf die Mitte der Stabendkante aufsetzen.

Bei dem Stahlstab Nr. 2 entstand z. B. so durch Übertragung der Schwingung einer Stimmplatte von $N = 16384$ v. d.

Der 5. Torsionston $= 16384$ v. d. bei $l_{tors.} = 16{,}39$ cm.

Der 12. Transversalton $= 16384$ v. d. bei $l_{transv.} = 18{,}88$ cm.

Daraus $E = 19130$; $\frac{E}{2(1+\mu)} = 8038$; $\mu = 0{,}190$.

Eine der hier beschriebenen verwandte Methode zur Messung von μ ist von Schneebeli[1]) benutzt worden.

Es werden dort die Longitudinal- und Torsionstöne von Stäben mit kreisförmigem Querschnitt gemessen.

Die angegebene Methode hat vor dieser jedoch den Vorzug, dass viel weniger Material nötig ist. Während Schneebeli Stäbe von 1 m Länge brauchte, sind hier nur wenige Gramm der Substanz erforderlich. Ein besonderer Vorteil der hier beschriebenen Methode dürfte namentlich in der Kürze der Zeit bestehen, die sie, bei gleicher Genauigkeit gegenüber den sonst benützten erfordert. Eine derartige Bestimmung der Elasticitätskonstanten ist in wenigen Minuten möglich. Die Bestimmung der Tonhöhe geschah durch Vergleich mit Königschen Stimmgabeln, indem die Länge des Stabes variirt wurde, bis sein Ton keine Schwebungen mehr mit dem der Stimmgabel machte, oder sie zur maximalen Resonanz anregte. Bisher ist die zu untersuchende Substanz als isotrop vorausgesetzt. Dieselbe Methode lässt sich in der gleichen Weise auf die Bestimmung der Elasticitätskonstanten von Krystallen anwenden; man kommt dann aber offenbar nicht mehr mit zwei Bestimmungen aus, sondern man muss aus dem Krystall mehrere Stäbchen ausschneiden, deren Längsaxen verschieden gegen die Symmetrieaxen liegen. So würde man z. B. beim regulären System einmal die Längsaxe senkrecht zur Würfelfläche, in einem zweiten Stück senkrecht zur Oktaederfläche nehmen können und beim ersten Stab

1) Schneebeli, Pogg. Ann. **140**.

Torsions- und Biegungston, beim zweiten den Biegungston bestimmen und daraus die drei Elasticitätskonstanten berechnen können.

Bei den Krystallen geringerer Symmetrie sind noch mehr Messungen erforderlich.

Die genauen Formeln für das statische Problem der Deformationsgrössen bei Biegung und Drillung von Prismen aus Krystallen sind von W. Voigt gegeben; aus ihnen lassen sich die Formeln für die hier benutzten Biegungs- und Drillungsschwingungen herleiten. Hierüber soll im einzelnen demnächst berichtet werden.

Zum Schluss demonstrirte Herr F. Richarz eine **akustische Erscheinung an Quarzgefässen.**

Die Firma Dr. Siebert und Kühn in Cassel stellt seit Kurzem in Gemeinschaft mit Heräus in Hanau Gefässe verschiedener Formen aus geschmolzenem Quarz her. An zwei Kolben, der eine aus einer Kugel von etwa 4 cm Durchmesser und einem Hals von etwa 12 cm Länge und 1 cm Durchmesser bestehend, der andere etwas grösser, bemerkte ich beim Erhitzen der Kugel das Auftreten eines manchmal recht kräftigen und anhaltenden Tones. Die Tonhöhe lag in der Nähe derjenigen des Eigentones der im Kolben enthaltenen Luft beim Anblasen seiner Oeffnung. Alsbald bemerkte ich, dass zum Entstehen des Tones starke Erhitzung der Kugel ohne gleichzeitige Erhitzung des Halses erforderlich war. Fast immer erhält man den Ton, wenn man den Kolben mit Wasser ausspült und ihn schräg, die Kugel nach oben haltend, mit letzterer in die Flamme eines Bunsenbrenners hineinhält. Ist der Ton verstummt, so setzt er sofort wieder von Neuem ein, wenn man vorübergehend den Hals aufrichtet, sodass ein Wassertropfen aus dem Hals in die heisse Kugel hineinläuft. Ein solcher Tropfen bildet dann in letzterer entweder das Leidenfrost-sche Phänomen, oder zerspritzt bei geringerer Hitze prasselnd;

letzteres geschieht allemal von einem Teile des Tropfens an den weniger heissen Stelleu der Kugel; der verstummte Ton erklingt dann wieder von Neuem. Die Tonhöhe kann bei diesem Hineinlaufen des Tropfens ganz erheblich schwanken. Einen völlig trockenen Kolben zum Tönen zu bringen, ist mir nicht gelungen.

Nach dem Mitgeteilten liegt die folgende Erklärung auf der Hand.

Der heisswerdende Wasserdampf dehnt sich aus der Kugel des Kolbens heraus in den kühlen Hals hinein aus; in diesem wird durch Abkühlung, thermische Contraction und durch Condensation in Nebelform wieder Zusammenziehen in die heissere Kugel hinein veranlasst u. s. f., welcher Process sich periodisch wiederholt, indem er sich dem Eigentone der Luft im Kolben nahezu anpasst. Die Tonänderungen können durch verschiedene Dichtigkeit der Luft in Folge variirenden Wasserdampfgehaltes und in Folge variirender Temperatur hervorgerufen werden. Es ist klar, dass der Wechsel von Verdampfung und Condensation sehr viel grössere Volumenosillationen hervorzurufen im Stande ist, als die blosse thermische Ausdehnung trockener Luft; letztere müsste principiell aber wohl auch in derselben Weise zum Entstehen von wenn auch schwächeren Tönen Anlass geben können.

An und für sich würde Nichts entgegenstehen, dass die beschriebenen Töne nicht auch beim Erhitzen eines Glaskolbens auftreten könnten. In der Tat hat — worauf unser verehrtes Mitglied Herr J. Kiessling mich aufmerksam machte — schon August Pinaud [1]) mit heissen Glaskolben in principiell analoger Weise Töne erhalten. Ein solcher jedoch wird meist die erforderlichen Temperaturdifferenzen zwischen Kugel und Hals kaum gutwillig ertragen; sicherlich nicht das Hineinlaufenlassen eines Wassertropfens aus dem Hals in die heisse Kugel. Dass Quarz solche jähen lokalen und zeitlichen Temperaturunterschiede verträgt,

1) August Pinaud, Ueber eine neue Art der Ton-Erzeugung; Pogg. Ann. **42**, p. 610; 1837.

wird meist als durch seine sehr geringe thermische Ausdehnung[1]) hinreichend erklärt angenommen. Indessen muss hierzu noch kommen, dass das Verhältnis zwischen Deformation und Spannung für Quarz kein wesentlich anderes ist, als für andere zu vergleichende Substanzen wie z. B. für Glas. Dies müsste noch durch Bestimmung der Elastizitätsconstanten für Quarz erwiesen werden. Endlich ist zur Erklärung seiner grossen thermischen Widerstandsfähigkeit auch noch grosse Bruchfestigkeit erforderlich.

Aufgelegte Schriften:

Abhandlungen der naturhist. Gesellschaft zu Nürnberg. XV. Bd. 1. Heft. Nürnberg 1903.

The American Naturalist. XXXVII. Bd. Nr. 438/441. (Juni-September 1903). Boston.

Annali della facoltà di medicina (Universita di Perugia). III. Ser. II. Bd. 1. Lfg. u. III. Bd. 1. Lfg. Perugia 1902 u. 1903.

Annals of the Astrophysical observatory of the Smithsonian institution. I. Bd. gross 4⁰. Washington 1900.

Annotationes zoologicae Japonenses. IV. Bd. V. Th. Tokio, Sept. 1903.

Arkiv för Botanik utgifoet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien. I. Bd. Heft 1/3 in I. Bd. Stockholm 1903.

Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. I. Bd. 1. Heft. Stockholm 1903.

Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. I. Bd. Heft 1/2 in 1. Bd. Stockholm 1903.

Arkiv för Zoologi. I. Bd. Heft 1/2 in I. Bd. Stockholm 1903.

Atti della societa Toscana di scienze naturali Processi verbali. XIII. Bd. o. J. u. Dr.

Atti della R. Accademia dei Lincei 1903. Rendiconto del 7./VI. 1903. II. Bd. 4⁰. Roma 1903.

---

1) Le Chatelier, Compt. rend. **108**, 1046. **130**, 1703. P. Chappuis, Verh. naturf. Ges. Basel **16**, 173, 1902.

Desgl. Publicazione bimensile. Serie 5a. 2 Exemplare. XII. Bd. fasc. 1—7. Roma 1903.

Bergens Museums Aarbog 1903. Bergen 1903.

Berichte der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. XIII. Bd. Freiburg 1903.

Boletin della Academia nacional de ciencias en Cordoba. XVII. Bd. 3°. Buenos-Aires 1903.

Bulletin of the Museum of comparative zoology at Harvard College. XXXIX. Bd. Nr. 8; XL. Bd. Nr. 7; XLII. Bd. Nr. 3/4 (4 Hefte). Cambridge Mass. 1903.

Bulletin University of Montana. Nr. 17. o. J. u. Dr.

Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou 1902. Nr. 4. Moscou 1903.

Bulletin of the New-York public library. VII. Bd. 8/10. New-York 1903.

Bureau of american ethnology. Bulletin 25. 4° geb. Washington 1903.

Jaarbook van de k. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 1902. Amsterdam 1903.

Jahrbuch des ungarischen Karpathenvereins. XXX. Jahrg. Iglo 1903.

26.—28. Jahresbericht der Gewerbelehrlingsschule zu Bistritz. Bistritz 1901/3.

87. Jahresbericht der naturforsch. Gesellschaft in Emden für 1901/1902. Emden 1903.

Jahresbericht der Verwaltung des Medizinalwesens von Frankfurt a. M. Frankfurt a. M. 1903.

III. Jahresbericht des Ornithologischen Vereins München für 1901/2. München 1903.

61. Jahresbericht des Museum Francisco-Carolinum. Linz a. D. 1903.

32. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Oesterreich o. d. E. zu Linz. Linz 1903.

Jahreshefte des Vereins f. vaterländische Naturkunde in Württemberg. 59. Jahrg. nebst Beilage. Stuttgart 1903.

Journal of applied microscopy and laboratory methods. VI. Bd. Nr. 7/8. Rochester N. Y. 1903.

Journal and proceedings of the royal society of New-South-Wales. 36. Bd. 1902. Sydney 1902.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. 46. Bd. Riga 1903.

Leopoldina. Heft 39. Nr. 7—10. Halle 1903.

Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical society 1902/3 (47. Bd. 5/6 Th.) Manchester 1903.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1903. Halle 1903.

Mittheilungen des naturwiss. Vereins f. Steiermark. Jahrg. 1902 oder 39. Heft. Graz 1903.

Natur u. Kunst. I. Jahrg. Heft 1. kl. 4°. München 1903.

Proceedings of the academy of natural sciences of Philadelphia, IV. Bd. I. Th. Philadelphia 1903.

Programm der herzogl. techn. Hochschule zu Braunschweig für 1903/4. Braunschweig 1903.

Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1903. Nr. 9—11. Wien 1903.

Verhandelingen der k. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. I. Ser. VIII. Th. Nr. 3—5. II. Ser. IX. Th. Nr. 4—9 und Titelblätter extra. Amsterdam 1903.

Verslag van de gewone vergaderingen der wis- en naturkundige Afdeeling (de kön. Akad. d. Wiss. zu Amsterdam) van 31. mai tot 29. Novbr. 1902. XI. Th. 1/2 Hälfte. Amsterdam 1902/3.

Veröffentlichungen der deutschen akademischen Vereinigung zu Buenos-Aires. I. Bd. 7. Heft. Buenos-Aires.

Zeitschrift f. Naturwissenschaften. 75. Bd. (1902). 4—6. Heft. Stuttgart 1903.

Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisische. III. Ser. IX. Bd. 5—7. Napoli 1903.

Rovartani Lapok. X. 2⁰, 5—8⁰. Budapest 1903.

Sitzungsberichte des ärztlichen Vereins München. XII. München 1903.

Sitzungsberichte der Gesellsch. f. Morphologie und Physiologie in München. XVIII. 1902. Nr 1/2. München.

Sitzungsberichte der physikal-medizinischen Societät in Erlangen, 34. Heft. 1902. Erlangen 1903.

Sitzungsberichte des deutschen naturwiss.-mediz. Vereins für Böhmen „Lotos" in Prag. Jahrg. 1902. N. F. XXII. Bd. Prag 1902.

Survey, geological of Canada, annual report. XII. Bd. 1899. geb. Ottawa 1902.

Survey, geological and natural of Minnesota. Zoological series IV. cart. Minneapolis 1903.

Stavanger Museum. Aarshefte for 1902. 13. Aargang. Stavanger 1903.

Université de Rennes: Travaux scientifiques. I. 1/3. Rennes 1902.

University of California: Publications: Botany I. Bd. pp. 165/418, pl. 17—27. Berkeley 1903.

Verhandlungen des naturwiss. Vereins in Karlsruhe. XVI. Bd. Karlsruhe 1903.

Germination de l'ascospore de la truffe par Em. Boulanger. 4⁰. Rennes-Paris 1903.

Ausgegeben am 30. November 1903.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 9 December 1903

In der ordentlichen Sitzung vom 9. Dezember 1903 sprach Herr J. Kiessling:

Über einige Eigenschaften des Anblasestromes bei tönenden Lippenpfeifen.

Der Ton einer angeblasenen offenen Lippenpfeife wird unterbrochen, sobald man mit einem hinreichend weiten Gummischlauch entweder in die obere Öffnung der Pfeife oder senkrecht gegen deren Mundöffnung bläst. Die Pfeife beginnt jedoch sofort wieder gleichmässig zu tönen, sobald der durch das Blasen verursachte nach aussen bezw. nach innen gerichtete Druck auf die aus der Kernspalte ausströmende Luftlamelle aufhört.

Wird der aus der Kernspalte austretende Luftstrom durch Salmiaknebel sichtbar gemacht, so kann man unmittelbar erkennen, dass zu beiden Seiten desselben aus Wirbeln bestehende Wülste entstehen, welche sich an die Innen- und Aussen-Seite des Labiums anlegen. Ist nun der Pfeifenkörper unmittelbar über dem Fuss quer durchgesägt, so lässt sich derselbe mittels

einer Stellschraube leicht nach vorn (der Kernspalte zu) oder nach hinten verschieben.[1])

Wird nun der Pfeifenkörper nach vorn verschoben, so kann leicht eine solche Stellung desselben erreicht werden, bei welcher die Pfeife sofort zu tönen aufhört, wenn nur schwach von aussen senkrecht gegen die Pfeifenöffnung geblasen wird; dann gleitet der Anblasestrom innen dicht hinter dem Labium vorbei. Die Pfeife spricht aber sofort wieder an, sobald durch Blasen in die obere Öffnung (oder auch durch Aufschlagen mit der Hand) im Pfeifenkörper ein Überdruck erzeugt wird, durch den der Anblasestrom für einen Augenblick aus der Mundöffnung herausgedrückt wird. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden.

Verschiebt man hingegen den Pfeifenkörper nach hinten, so kann die Stellung desselben erreicht werden, bei welcher die Pfeife sofort zu tönen aufhört, wenn nur schwach in die obere Öffnung derselben geblasen und dadurch im Inneren ein Überdruck erzeugt wird, welcher den Anblasestrom aus der Mundöffnung herausdrückt. Die Pfeife spricht aber sofort wieder an, sobald durch Blasen von aussen senkrecht gegen die Mundöffnung der Anblasestrom wieder bis an die Labiumkante gedrückt wird.

Aus diesen Versuchen folgt ohne Weiteres, dass der Anblasestrom sich wie eine unisono mit der Luft in der Pfeife schwingende elastische Platte verhält, sobald deren oberer Rand durch die fortgesetzt sich neu bildenden Wirbelwülste an dem Labium festgehalten wird.[2])

---

1) Vergl. die Mitteilung von Sonrek in Pogg. Ann. d. Physik. Bd. 158, S. 129 (1876) und von Kiessling in d. Zeitschr. zur Förderung d. phys. Unterrichtes Bd. 2, S. 64 (1885).

2) Eine mit Stellschraube versehene Pfeife, mit der die vorstehenden Versuche sich sehr bequem ausführen lassen, ist vom Mechaniker Böhler des Physikalischen Instituts angefertigt worden.

Sodann sprach Herr Kiessling:

Über die elektrische Durchbohrung eines festen Dielektrikums.

Nach einer kurzen Übersicht über die ausführlich in den Annalen[1]) veröffentlichte, in Gemeinschäft mit Herrn B. Walter im physikalischen Staatslaboratorium zu Hamburg ausgeführte Untersuchung über elektrische Durchbohrungen zeigte der Vortragende, dass dünne Hartgummi- und Glas-Platten, welche bis auf wenige mm Abstand zwischen die Entladungsspitzen eines kräftigen Funkeninduktors gestellt einen Funkenstrom von 30 cm freier Länge unbeschadet aushalten, schon bei erheblich geringerer Funkenlänge, wenn auf die eine Seite der Platte ein hinreichend dicker Paraffintropfen aufgetragen ist, am Rande desselben durchschlagen werden. Wird der Tropfen mit einem Nadelstich senkrecht zur Oberfläche versehen und wird der positive Funkenstrom gegen die Öffnung des Stiches geleitet, so können dieselben Platten bereits bei einer Funkenlänge von 5 bis 7 cm durchschlagen werden.

In der an die Versuche sich anschliessenden Diskussion wies Herr Richarz darauf hin, dass durch Jonisierung der in dem Stichkanal bezw. in den Randwinkeln liegenden Luftmolekeln die elektrische Durchbohrung eine ungezwungene Erklärung finde. In Folge der Schwierigkeit des seitlichen Entweichens der jonisierten Luftmolekeln im Stichkanal wird in ihm eine starke Anhäufung der mit der Metallelektrode gleichnamig geladenen Jonen stattfinden, und eine Verarmung an ungleichnamig geladenen eintreten. Dadurch wird der Stichkanal eine starke mit der Metallelektrode gleichnamige Ladung erhalten, und fast ebenso wirken wie ein metallischer Stift.[2])

1) J. Kiessling und B. Walter, Annalen der Physik, Bd. 11, S. 570—588 (1903).

2) Vergl. die Untersuchung von W. Holtz, Berliner Akademieberichte v. 7. Aug. 1876.

In derselben Sitzung sprach Herr F. A. Schulze:

Zur Bestimmung der Elasticitätskonstanten.

Um das kürzlich[1]) beschriebene Verfahren zur Messung von Elasticitätskonstanten, welches die Biegungs- und Torsionstöne dünner Stäbe von rechtwinkligem Querschnitt benutzt, auch auf Krystalle anwenden zu können, war es nötig zu ermitteln, ob man dabei die Dimensionen, namentlich die Länge noch erheblich geringer nehmen kann, da Stücke von 10 cm Länge, wie sie damals benutzt wurden, bei Krystallen nur ausnahmsweise erhältlich sind. In der That ist die Methode noch auf Stücke von sehr viel kleineren Dimensionen ausdehnbar; Biegungs- und Torsionstöne sind beim Anstreichen mit dem Bogen noch sehr kräftig zu erhalten an kleinen einseitig befestigten Stäbchen von nur 2 cm Länge. Es tritt nur die Schwierigkeit hierbei auf, dass die Töne bei so kurzen Stäbchen, namentlich die Torsionstöne, so hoch sind, dass das Ohr die Tonhöhe nicht mehr feststellen kann. Da aber die Intensität der Töne sehr gross ist, so ist es nicht schwer, ihre Höhe nach einer der mannigfachen in den letzten Jahren ausgearbeiteten Methoden zur Bestimmung der Schwingungszahl sehr hoher Töne zu messen. Als Beispiel sei eine Messung an einem Messingstäbchen mitgeteilt:

Breite: 5 mm, Dicke: 0,92 mm, Dichte: 8,300.

1. Torsionston = 6144 v. d. bei $l_{\text{tors.}} = 3{,}06$ cm.
2. Transversalton = 2048 v. d. bei $l_{\text{transv.}} = 3{,}90$ cm.

$$\text{Daraus } E = 9820 \ \frac{\text{kg Gew.}}{\text{mm}^2}.$$

$$\frac{E}{2\,(1+\mu)} = 4152 \ \frac{\text{kg Gew.}}{\text{mm}^2}$$

$$\mu = 0{,}182.$$

Die Tonhöhe wurde meistens durch Messung des Differenztones ermittelt, welcher durch den Zusammenklang mit einer

1) F. A. Schulze, Sitzungsber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Nat. zu Marburg. Nr. 8, p. 80—85, Nov. 1903.

Galtonpfeife nach Edelmann entstand. Die Schwingungszahl der Galtonpfeife wurde entweder durch Kundtsche Staubfiguren oder mit Hülfe der Quinckeschen Interferenzröhre gemessen. Einigemale wurde auch die Höhe des Torsionstones direkt durch Kundtsche Staubfiguren ermittelt.

Vielleicht ist es möglich, die Länge noch erheblich kürzer zu nehmen, und trotzdem noch messbare Transversal- und Torsionstöne zu erhalten, namentlich wenn man gleichzeitig die Dicke verringert. Man erhält bei Krystallen hierbei formal gewisse Werte, die dem Elasticitäts- bez. Torsionsmodul bei isotropen Substanzen entsprechen würden. Es ist nun bereits von W. Voigt [1]) gezeigt, in welcher Weise diese Elasticitäts-‘ bez. Torsionsmodule mit den eigentlichen Elasticitätskonstanten des Krystalls bei rechtwinkligem Querschnitt zusammenhängen, und wie viele Beobachtungen an verschieden gegen die Axen orientirten Stäbchen aus dem betr. Krystall je nach dem System, dem er angehört, hierbei zu kombiniren sind um die wahren Elasticitätskonstanten zu erhalten.

Herr Prof. Richarz hatte bereits in mündlicher Mitteilung früher darauf aufmerksam gemacht, dass bei Stäben mit kreisförmigem Querschnitt durch Torsionsschwingungen die Luft gar nicht direkt in Bewegung gesetzt wird. Erst durch Vermittlung der Reibung und durch die Befestigungsvorrichtung wird der Torsionston an die Luft übertragen. Dies bestätigt sich durch folgende Beobachtung von mir:

Stäbchen mit rechteckigem Querschnitt sind bei meiner Methode, welche die Torsionstöne benützt, solchen mit kreisförmigem Querschnitt, trotzdem bei diesen die Berechnung sehr viel einfacher ist, deshalb vorzuziehen, weil bei den Stäbchen mit rechteckigem Querschnitt die Torsionstöne unvergleichlich viel intensiver sind, als bei Stäbchen mit kreisförmigem Querschnitt. Bei gleich starkem Anstreichen mit dem Bogen ist der

---

1) W. Voigt, Wied. Ann. **16**. p. 273 u. 398. 1882.

Torsionston bei letzteren kaum zu hören, während er bei ersteren sehr kräftig und weithin hörbar ist.

Es sei noch erwähnt, dass die beschriebene Methode zur Messung der Elasticitätskonstanten zunächst auf den neuerdings von der Firma Dr. Siebert und Kühn in Cassel in verschiedenen Formen erhältlichen amorphen Quarz angewandt werden soll. Diese Bestimmung hat insofern Interesse, als, worauf Herr Prof. Richarz[1]) hingewiesen hat, die grosse Widerstandsfähigkeit dieses Materials gegen starke plötzliche Temperaturschwankungen nicht nur auf der Kleinheit des Ausdehnungskoefficienten beruht, sondern dass ausserdem hierfür noch erforderlich ist, dass „das Verhältnis zwischen Deformation und Spannung für Quarz nicht wesentlich anders ist, als für andere zu vergleichende Substanzen, z. B. für Glas" „und dass zur Erklärung seiner grossen thermischen Widerstandsfähigkeit auch noch erhebliche Bruchfestigkeit" angenommen werden muss. Die Versuche sind bereits in Angriff genommen und haben für amorphen Quarz den Elasticitätsmodul zu ungefähr $5000 \frac{\text{kg Gew.}}{\text{mm}^2}$ ergeben, also etwas geringer als für Glas (durchschnittlich 6500).

Sodann erwähnte Herr F. Richarz, dass für die Sitzung ursprünglich von ihm **Berichte über** verschiedene im Physikalischen Institut ausgeführte **Arbeiten** angemeldet waren. Diese Arbeiten sind: Bestimmung des Verhältnisses ($k = c_p : c_v$) der beiden spezifischen Wärmen für Ozon durch Herrn Jakobs; Nachweis der elektrischen Leitfähigkeit in explodirenden Gasen durch Herrn Schuh; Sichtbarmachung lemniscatenförmiger Isothermen durch Herrn Dr. Seargent, und elliptischer auf Holz; endlich der schon von stud. Kurt Kiessling i. J. 1900 im Greifswalder Institut auf meine Veranlassung begonnene, aber nicht durchgeführte Nachweis stehender magnetischer

1) F. Richarz, Sitzungsber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Nat. zu Marburg. Nr. 8, p. 85, Nov. 1903.

Wellen auf Drähten durch Herrn Stützer (vergl. meine Bemerkung Physikal. Ztschr. Bd. 2, No. 29, Seite 433, 1901. An dieser Stelle sind nur die Versuche des Herrn stud. Kurt Kiessling mit der Braunschen Röhre, nicht diejenigen vermittels in Paraffin eingebetteten Eisenstaubes erwähnt worden. Letztere gaben aber später Anlass zu anderweitiger Benutzung: Kurt Kiessling, Inaugural-Dissertation, Greifswald, 1902, pag. 40; vergl. hierzu Max Seddig, Inaugural-Dissertation, Marburg, 1902, pag. 27; Drudes Ann. d. Phys. **11**, pag. 827/828, 1903). Die aufgeführten ursprünglich angekündigten Mitteilungen sind nach Rücksprache mit dem Herrn Vorsitzenden der Gesellschaft auf eine spätere Sitzung verschoben worden.

An ihre Stelle traten die Vorträge: **Ueber Analogieen zwischen Radioaktivität und den Eigenschaften des Ozons,** von F. Richarz und Rudolf Schenck; und **Theorie der radioaktiven Erscheinungen,** von Rudolf Schenck. (Vergl. Sitz. Ber. der Berliner Akademie, Stück LII, p. 1102—1106, ausgegeben am 17. Dezember 1903).

Nachtrag zur Sitzung vom 17. Juni d. J.

Nachdem Herr F. Richarz das Resultat der Magnetisirbarkeitsuntersuchung für die Spandauer Materialien (s. diese Sitzungsberichte, Seite 27—30) angegeben, erwähnte derselbe weiter einen Umstand, der im Gegensatz zu Jenem wirklich eine kleine **Correktion** an demjenigen Werte der **Gravitationsconstante** und der mittleren Dichtigkeit der Erde erforderlich macht, welchen O. Krigar-Menzel und der Vortragende gemeinsam bestimmten (Citate s. in jenem Sitzungsbericht). Diese Correktion ist aber bedeutend kleiner als der wahrscheinliche Fehler unseres Resultates; deswegen ist sie uns bei der Berechnung des letzteren entschlüpft und ist ohne wesentliche Bedeutung für dasselbe. Sie soll indessen der Vollständigkeit halber angegeben werden.

Sie ist verursacht durch die elastische Compression, welche das Fundament oder auch das unterliegende Erdreich unter der rund 100000 kg schweren Last des gravitirenden Bleiklotzes erlitt, und welche nach dessen Abbau wieder rückgängig wurde. Krigar-Menzel und ich haben zweierlei Messungen angestellt, aus denen jene elastische Senkung hervorgeht: erstens mittels eines Nivellirapparates (Seite 19 unserer ausführlichen Publication in den Abhandlungen der Berliner Academie), aus denen der Compressionsrückgang des Fundamentes in seiner Mitte zu etwa 0,66 mm folgt; zweitens aus den kathetometrischen Messungen der Höhenlagen (ebenda Seite 105), aus denen die Wiederhebung nach der Entlastung zu 0,83 mm folgt. Im Mittel werde daher 0,074 Centimeter als Wert der elastischen Senkung angenommen.

Nun geht in die Berechnung der Gravitationsconstante der Abstand ein zwischen derjenigen der beiden angezogenen Massen, welche sich auf einer der unteren Wagschalen unserer vierschaligen Wage befand, einerseits, und der Unterkante des Bleiklotzes andererseits. Dieser Abstand konnte erst dann gemessen werden, als der Abbau bis auf ein Einziges der rund dreitausend Einzelstücke vollendet war, welches allein übrige Stück auf der Mitte des Fundamentes lag. Dies war erforderlich, damit die anzuvisirenden Objekte nahezu dieselbe Entfernung vom Kathetometerfernrohr hatten und ohne Aenderung von dessen Einstellung deutlich in ihm erschienen. Der in dieser Weise gemessene Abstand der unteren angezogenen Masse von der Unterkante des anziehenden Bleiklotzes war in Folge der oben besprochenen elastischen Wiederhebung des Fundamentes um 0,074 Centimeter grösser als derjenige Wert, welchen dieser Abstand während der Gravitationsmessungen, also während der Belastung des Fundamentes hatte. In unserer Berechnung haben daher Krigar-Menzel und ich die gemessene Gravitationswirkung einer etwas entfernteren Masse zugeschrieben, als richtig. In Folge dessen haben wir die Gravitationsconstante G ein wenig zu gross berechnet, die aus ihr folgende mittlere Dichtigkeit der Erde Δ etwas zu klein.

Die Berechnung der an unseren Werten aus diesem Grunde anzubringenden Correktionen wird Herr Take in seiner demnächst erscheinenden Inauguraldissertation in extenso entwickeln. Die von Krigar-Menzel und mir berechneten Werte waren:

$$G = (6{,}685 \pm 0{,}011) \cdot 10^{-8}\, c - g - s - \text{Einheiten}$$
$$\Delta = 5{,}505 \pm 0{,}009.$$

Die Correktionen betragen an $G - 0{,}003$; an $\Delta + 0{,}002$; liegen also wie man sieht bedeutend unter der Grösse des wahrscheinlichen Fehlers. Die corrigirten Werte sind:

$$G = (6{,}682 \pm 0{,}011) \cdot 10^{-8}\, c - g - s - \text{Einheiten}$$
$$\Delta = 5{,}507 \pm 0{,}009.$$

Aufgelegte Schriften:

The American naturalist. 37. Bd. Nr. 442. Boston Octbr. 1903.
Archives du musée Teyler. II. Ser. 8. Bd. 4. Theil. Haarlem 1903.
Atti della reale Accademia dei Lincei. 5. Ser. Rendiconti. XII. Bd. 8. Lfg. Rom 1903.
Bulletin of the New-York public library. VII. Bd. Nr. 11. New-York Novbr. 1903.
Geological survey of Canada. Catalogue of Canadian birds by J. Macoun. II. Th. Ottawa 1903.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. 38. Bd. Nr. 26 und 39. Bd. Nr. 1/4.
C. Speck Über Kraft- und Ernährungsstoffwechsel. Wiesbaden 1903.
Water-supply and irrigation papers of the U. S. geological Survey. Nr. 65—79. Washington 1902/3.
1 Rolle Karten dazu. Washington 1902/3.
Berichte des naturwiss. Vereins zu Regensburg. 9. Heft für 1901/2. Regensburg 1903.

Ausgegeben am 31. December 1903.





